

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DO AGROECOSSISTEMA ARROZ ORGÂNICO  
NA BACIA DO ARARANGUÁ (SC)

VICENTE SANDRINI PEREIRA

Florianópolis  
2008

**VICENTE SANDRINI PEREIRA**

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DO AGROECOSSISTEMA ARROZ ORGÂNICO  
NA BACIA DO ARARANGUÁ (SC)**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.

**Orientador: Prof. Sérgio Roberto Martins, Dr.**

Florianópolis  
2008

Pereira, Vicente Sandrini  
Indicadores de sustentabilidade do agroecossistema arroz orgânico na bacia do Araranguá (SC) / Vicente Sandrini Pereira; orientador Sérgio Roberto Martins, Dr.  
Florianópolis (SC): UFSC/ENS, 2008. 201 p.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, 2008.

1. Indicadores de sustentabilidade. 2. Arroz orgânico. 3. Bioindicadores. 4. Qualidade hídrica. 5. Consumo hídrico.

TERMO DE APROVAÇÃO  
VICENTE SANDRINI PEREIRA

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DO AGROECOSSISTEMA ARROZ ORGÂNICO  
NA BACIA DO ARARANGUÁ (SC)

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC como requisito para obtenção do título de

MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL.

Aprovada por



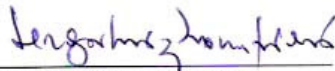
Prof. Dr. Sérgio Roberto Martins  
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFSC  
Orientador



Prof. Dr. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto  
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFSC

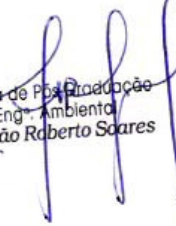


Prof. Dr. Daniel José da Silva  
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFSC



Prof. Dr. Sérgio Luiz Zampieri  
EPAGRI/CIRAM  
Membro externo

Programa de Pós-Graduação  
em Eng. Ambiental  
Sebastião Roberto Soares



Florianópolis, março de 2008

## AGRADECIMENTOS

Agradeço:

A DEUS, fonte de Luz e Sabedoria, Organizador do Universo.

Aos membros da banca de avaliação, Dr<sup>a</sup>. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto, Dr. Daniel José da Silva, Dr. Sérgio Luiz Zampieri e Dr. Sérgio Roberto Martins, pelas críticas, orientações e sugestões apresentadas;

A minha família, Salete, Paula, Silvia e Adriana, que verdadeiramente me sustentaram nesta caminhada.

Ao Professor Sérgio Roberto Martins, orientador e amigo, que me estimulou, com paciência e sabedoria em todos os momentos, meu Mestre.

A todos os familiares Sandrini, Pereira, Fontana, Araújo e Cardoso, pelo incondicional apoio, incentivo e carinho, fundamentais em todos os momentos deste trabalho.

Aos Professores do Departamento de Engenharia Ambiental, em especial aos Professores Daniel José da Silva, Sérgio Roberto Martins, Sebastião Roberto Soares, Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto e ao Professor Paulo Freire Vieira, do Departamento de Sociologia Política, por todos os ensinamentos, que foram além das funções docentes.

A família Fernandes, Neuza, Josiel, Jones, Josiane e Joelma, por permitir realizar minha pesquisa em sua propriedade e, muitas vezes, adaptando as tarefas cotidianas para poder me ajudar.

As famílias de Diego Niehues e Ângelo S. Topanoti por ampla colaboração nas pesquisas complementares a este trabalho.

Aos funcionários da Secretaria de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental e do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, pelo apoio e colaboração.

A todos os meus colegas de trabalho, em especial àqueles da Região de Araranguá, por permitir ter iniciado esta caminhada e por todo o apoio e incentivo oferecido em todo o percurso.

Aos colegas Marcos Rosso, Luiz Carlos de Pellegrin, Antônio Sérgio Soares, Rene Kleveston, Álvaro Back, Márcia Mondardo, Renato Pescador, Donato Luciette, Francisco C. Deschamps, Gérson Conceição, Jânio Beber, Rogério Topanote (in memoriam), Jânio Martins, Jussara Panatta Pesente, Arlindo Sangaletti, Valdir Fernandes, Leila Américo, Dilce Griss Juttel, Clódis O. R. de Brito, Luiz Carlos Piva, Márcio Destro, Hamilton R. Silva, pela participação direta neste trabalho.

Aos colegas de mestrado e doutorado, pelo companheirismo, apoio e alegrias.

A EPAGRI, que através do Programa de Capacitação Contínua, viabilizou a liberação para execução deste mestrado.

## RESUMO

PEREIRA, Vicente Sandrini. **Indicadores de sustentabilidade do agroecossistema arroz orgânico na bacia do Araranguá (SC)**. 2008. 201 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis -SC - Brasil.

Esta pesquisa foi desenvolvida como estudo de caso, na propriedade de Neuza A. Fernandes, localizada no Município de Ermo (SC), Brasil. Estudou-se o agroecossistema arroz orgânico, com o objetivo de avaliar sua sustentabilidade econômica e sócio-ambiental, através dos atributos produtividade, resiliência, confiabilidade, estabilidade, adaptabilidade, eqüidade e autodependência. O trabalho foi conduzido utilizando a estrutura do MESMIS - Marco para a Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade. O estudo permitiu caracterizar e detalhar a unidade de estudo, o sistema de produção adotado, o manejo da cultura e seus pontos críticos e potencialidades. Para realizar a avaliação do agroecossistema foram selecionados dezenove indicadores e estabelecidos seus respectivos critérios de diagnóstico e metodologia para medir suas variáveis, obtendo assim um conjunto de valores capazes de viabilizar a análise integrada do caso em estudo. A sistematização destes resultados indicou para a sustentabilidade ambiental do sistema avaliado o valor de 8,80, que se aproxima do ideal (10), destacando-se nesta dimensão o excelente desempenho dos bioindicadores utilizados (valor 10). O desempenho da avaliação na dimensão econômica teve uma nota média de 6,36, considerada satisfatória, entretanto salienta-se que a margem bruta por hectare praticamente atingiu o nível máximo para esta dimensão. O desempenho médio da dimensão social foi o menor (4,58) e mais vulnerável das três dimensões analisadas para a sustentabilidade deste agroecossistema, sendo que saúde e remuneração da mão de obra familiar foram os indicadores melhor avaliados.

Palavras-chave: Indicadores de sustentabilidade. Arroz orgânico. Bioindicadores. Qualidade da água. Consumo de água.

## Indicators of sustainability of the organic rice agroecosystem in the Araranguá basin (SC).

### ABSTRAT

This research was developed as a study of specific case, located in the property of Neuza A. Fernandes, in the Municipality of Ermo, SC, Brazil. It was study the organic rice agroecosystem, with the goal of evaluating its economic and socio-environmental sustainability through its attributes of productivity, resilience, reliability, adaptability, stability, equity and self-reliance. The work was conducted by utilizing the MESMIS structure - The Indicator-based Framework for the Evaluation of Natural Resource Management Systems.

The research allowed us to characterize and to detail the study unity, the utilized production system, the management of the crop its critical points, as well its potentialities.

In order to realize the evaluation of the agroecosystem it was selected nineteen indicators, and established its respective diagnostic criteria, and the methodology to measure its variations, obtaining in this way, an amount of values which helps us to make an integrated analysis of the case in study.

The systematization of these results has indicated to the environmental dimension of the system the score 8,80, which is close to the ideal (10), stressing, in this dimension, the excellent performance of the utilized bioindicators (score 10).

At the economic perspective, the performance of its evaluation got a median score of 6,36, considered satisfactory, nevertheless one can say that in a gross margin, per hectare, it reached practically the maximum level of this dimension.

The median performance of the social dimension was the smaller (4,58) and most vulnerable of the three analyzed dimensions to the sustainability of the agroecosystem; on the other hand, health care and family labor remuneration were the best evaluated indicators.

Key Words: Indicators of sustainability. Organic Rice. Bioindicators. Water quality; Water consumption

## SUMÁRIO

Lista de Figuras .....	xii
Lista de Tabelas .....	xiv
Lista de Gráficos .....	xvi
Anexos .....	xvii
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Justificativa.....	1
1.2. Relevância.....	6
1.3. Resultados esperados e contribuições .....	11
1.4. Objetivos .....	11
1.4.1. Geral.....	11
1.4.2. Objetivos específicos.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	12
2.1. Importância sócio-econômica do arroz no Brasil .....	12
2.2. Importância social e econômica do arroz em Santa Catarina.....	13
2.3. A rizicultura e os conflitos pelo uso da água na bacia do rio Araranguá .....	15
2.4. Impactos Ambientais do Cultivo de Arroz .....	17
2.4.1. Consumo de água para irrigação do arroz.....	17
2.4.2. Aspectos da qualidade da água .....	18
2.4.3. Alteração das características físico-químicas da água causadas pelo arroz .....	23
2.4.4. Os agrotóxicos no arroz e a saúde humana .....	24
2.5. A contribuição do agroecossistema arroz orgânico para uma agricultura sustentável .....	27
2.5.1. Os princípios da Agricultura Sustentável .....	27
2.5.2. Aspectos multidimensionais da sustentabilidade .....	33
2.5.3. Aspectos da agricultura orgânica no Brasil e SC.....	34
2.5.3.1. Questões normativas.....	34
2.5.3.2. Potencialidades do mercado e contradições .....	36
2.5.4. Santa Catarina e o contexto da Agricultura Familiar .....	38



2.5.5. A produção de arroz orgânico em Santa Catarina.....	40
2.6. Sistemas de produção orgânica de arroz .....	41
2.6.1. Aspectos da sustentabilidade socioambiental .....	41
2.6.2. Aspectos de fertilização .....	42
2.6.3. Controle de insetos-praga, doenças e invasoras .....	46
2.6.4. Dimensão econômica: produtividade, rentabilidade, balanço energético .....	47
2.7. Análise da sustentabilidade em agroecossistemas .....	48
2.7.1. Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas.....	48
2.7.2. Metodologia MESMIS .....	52
2.8. Bioindicadores para avaliação ambiental da rizicultura .....	54
2.8.1. Características dos bioindicadores .....	57
2.8.1.1. Microcrustáceo <i>Daphnia magna</i> : características gerais.....	57
2.8.1.2. Mosquitos <i>Aedes albopictus</i> : características gerais .....	58
2.9. Governança da água .....	59
2.10. Tecnologias sociais .....	60
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	62
3.1. Características da pesquisa .....	62
3.2. Metodologia de análise .....	62
3.3. Determinação da unidade de estudo e características gerais .....	63
3.4. Descrição do sistema orgânico de produção de arroz irrigado dotado na propriedade em estudo .....	65
3.4.1. Manejo na entressafra .....	65
3.4.2. Inundação e preparo do solo .....	66
3.4.3. Semeadura e manejo cultural.....	68
3.4.4. Manejo da irrigação e as invasoras e insetos-praga.....	70
3.4.5. Colheita .....	71
3.5. Determinações dos pontos críticos do sistema.....	72
3.6. Seleção dos critérios de diagnóstico e dos indicadores.....	74
3.7. Medição e monitoramento dos indicadores.....	77
3.7.1. Fontes de dados.....	77
3.7.2. Produtividade .....	78

3.7.3. Consumo hídrico .....	78
3.7.3.1. Estação automática para monitoramento de nível de água e vazão .....	78
3.7.3.2. Cálculo direto da vazão .....	81
3.7.4. Análise físico-químico-biológica da água de irrigação.....	82
3.7.5. Testes de toxicidade aguda .....	84
3.7.5.1. Bioteste com jovens de <i>Aedes albopictus</i> .....	84
3.7.5.2. Bioteste com espécie vegetal .....	85
3.7.5.3. Teste de Toxicidade Aguda com <i>Daphnia magna</i> .....	85
3.7.6. Teste de Micronúcleo em Peixe.....	86
3.7.6.1. Ensaio de Micronúcleo .....	87
3.7.7. Análise de resíduos de agrotóxicos.....	89
3.7.8. Análise econômica da produção de arroz .....	89
3.7.9. Dados referentes à dimensão social.....	90
3.8. Metodologia para valoração dos indicadores.....	90
3.8.1. Dimensão ambiental.....	90
3.8.1.1. Produtividade obtida no arroz orgânico.....	90
3.8.1.2. Consumo de água para produção de arroz irrigado orgânico (m <sup>3</sup> / ha).....	91
3.8.1.3. Variação das características físicas, químicas e biológicas da água de irrigação do arroz orgânico.....	92
3.8.1.4. Bioindicadores .....	93
3.8.1.5. Resíduos de agrotóxicos na água de irrigação do arroz orgânico, safra 2006/07 (Ermo/SC) .....	94
3.8.2. Dimensão econômica .....	95
3.8.2.1. Variação da produtividade do arroz irrigado .....	96
3.8.2.2. Grau de dependência de insumos externos à propriedade.....	96
3.8.2.3. Margem Bruta/ha.....	98
3.8.2.4. Relação benefício/custo .....	98
3.9. Dimensão social .....	99
3.9.1. Critérios da dimensão social .....	99
3.10. Integração e apresentação dos resultados .....	104

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	105
4.1. Indicadores ambientais.....	105
4.1.1. Produtividade .....	105
4.1.2. Consumo de água .....	105
4.1.3. Qualidade da água.....	106
4.1.3.1. Características físicas da água (entrada x saída): .....	107
4.1.3.2. Características químicas da água (entrada x saída).....	108
4.1.3.3. Parâmetros químicos:.....	111
4.1.4. Características biológicas da água (entrada x saída).....	111
4.1.5. Bioindicadores de qualidade da água. ....	113
4.1.5.1. Larvas de <i>Aedes albopictus</i> .....	113
4.1.5.2. Índice de germinação de sementes de alface.....	113
4.1.5.3. Imobilidade/Mortalidade de <i>Daphnia magna</i> .....	114
4.1.5.4. Mutagenicidade em <i>Geophagus brasilienses</i> .....	115
4.1.6. Resíduos de agrotóxicos .....	117
4.2. Indicadores econômicos.....	119
4.2.1. Variação da produtividade .....	119
4.2.2. Grau de dependência de insumos externos (desembolso) .....	120
4.2.3. Margem bruta/ha (MB/ha).....	120
4.2.4. Relação benefício/custo.....	121
4.3. Indicadores sociais .....	122
4.4. Resumo da valoração dos indicadores e integração dos resultados	124
4.4.1. Dimensão ambiental .....	126
4.4.2. Dimensão econômica .....	131
4.4.3. Dimensão social.....	133
4.4.4. Discussão geral sobre sustentabilidade do agroecossistema .....	135
5. CONCLUSÕES .....	142
6. RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES .....	144
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	145
ANEXOS.....	166

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Demanda hídrica rural nas microbacias do Estado de Santa Catarina ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ).
- Figura 2. Demanda hídrica para irrigação nas microbacias do Estado de Santa Catarina ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ).
- Figura 3. Oferta hídrica superficial nas microbacias do Estado de Santa Catarina ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ).
- Figura 4. Atributos de sustentabilidade em agroecossistemas.
- Figura 5. Esquema geral do MESMIS: relação entre atributos e indicadores.
- Figura 6. Ciclo de avaliação no MESMIS.
- Figura 7. Microcrustáceo *Daphnia magna*.
- Figura 8. Foto do mosquito *Aedes albopictus* (a) e seus detalhes (b).
- Figura 9. Propriedade do estudo de caso, de Neuza Acordi Fernandes, Ermo - SC.
- Figura 10. Operação de preparo inicial do solo com uso de enxada rotativa.
- Figura 11. Início do preparo do solo da lavoura de arroz no sistema pré-germinado.
- Figura 12. Selamento do solo com enxada rotativa e lâmina d'água com 5 a 7 cm de altura.
- Figura 13. Visual da cancha após o alisamento do solo realizado com lâmina de água baixa, mostrando bom padrão de acabamento.
- Figura 14. Lavoura de Neuza Acordi Fernandes, com 25 dias após a semeadura.
- Figura 15. Lavoura pesquisada, safra 2006/07, com infestação de chapéu de couro.
- Figura 16. Unidade estudada no ponto de colheita (março de 2007).
- Figura 17. Colheita da lavoura estudada, safra 2006/07.
- Figura 18. Sensor de nível.
- Figura 19. Calha Parshall e sensor de nível.
- Figura 20. Estação automática instalada em Ermo.
- Figura 21. "Logger" ou armazenador de dados, para registrar informações da unidade de Neuza A. Fernandes, anos 2006 a 2008.
- Tabela 22. Realização do ensaio com semente de alface em laboratório.
- Tabela 23. Detalhes de procedimentos da preparação das lâminas.
- Tabela 24. Hemócitos normais (a) e hemócitos micronucleados - HMN (b).

Figura 25. Esfregaço sangüíneo de *G. brasiliensis* submetido ao teste de micronucleação.

Figura 26. Esfregaço sangüíneo de tilápias contendo uma célula micronucleada.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Resultados obtidos na pesquisa por palavra-chave individual.
- Tabela 2. Resultados obtidos na relevância da pesquisa por palavras-chave combinadas duas a duas.
- Tabela 3. Resultados obtidos na relevância da pesquisa por palavras-chave combinadas três a três, quatro a quatro e todas as palavras.
- Tabela 4. Princípios ativos herbicidas mais utilizados na cultura do arroz irrigado em Santa Catarina - safra 2006/07.
- Tabela 5. Santa Catarina - Nº de estabelecimentos agrícolas e categoria de área.
- Tabela 6. Santa Catarina - Proporção da área dos estabelecimentos, segundo a condição do produtor (%).
- Tabela 7. Santa Catarina - Secretarias de Desenvolvimento Regional de Araranguá e Criciúma - Nº de estabelecimentos agrícolas e categoria de área.
- Tabela 8. Tamanho das propriedades rurais do Município de Ermo - SC.
- Tabela 9. Santa Catarina - Propriedades com produção orgânica e área, segundo as regiões - 2001.
- Tabela 10. Atributos, elementos, pontos críticos e indicadores.
- Tabela 11. Exemplo real de uma planilha de dados coletados do “logger”.
- Tabela 12. Médias regionais - arroz convencional - municípios de Turvo e Meleiro.
- Tabela 13. Parâmetros extraídos das referências legais: físico, químico e biológico.
- Tabela 14. Médias regionais de propriedades agrícolas com arroz irrigado convencional pré-germinado, acompanhadas pela EPAGRI (Contabilidade Agrícola).
- Tabela 15. Relação Benefício/Custo e critérios de avaliação.
- Tabela 16. Critérios para notas dos indicadores sociais.
- Tabela 17. Dimensão, Atributos, Elementos sob análise, Indicadores, Variáveis, modo de cálculo.
- Tabela 18. Balanço hídrico - arroz orgânico na propriedade de Neuza Fernandes.
- Tabela 19. Índice de germinação das sementes de alface para diferentes amostras.
- Tabela 20. Tamanho médio das plântulas de alface.
- Tabela 21. Mutagenicidade em peixes: resultados do ensaio de micronúcleos.
- Tabela 22. Princípios ativos de agrotóxicos pesquisados na água de irrigação do arroz orgânico.

Tabela 23. Dimensões da sustentabilidade e desempenho de cada Indicador.

Tabela 24. Resumo das notas por dimensão da sustentabilidade.

Tabela 25. Avaliação de desempenho dos atributos da sustentabilidade.

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1. Evolução da produção, área e rendimento de arroz no Brasil, de 1997 - 2006.
- Gráfico 2. Evolução da produtividade do arroz irrigado em Santa Catarina, Brasil, de 1985 a 2007.
- Gráfico 3. Variação da turbidez na água de entrada e saída da lavoura.
- Gráfico 4. Variação da taxa de oxigênio dissolvido na água de irrigação.
- Gráfico 5. Variação do pH na água de irrigação.
- Gráfico 6. Variação do teor de amônia na água de irrigação.
- Gráfico 7. Variação do teor de fósforo na água de irrigação.
- Gráfico 8. Variação do teor de nitrato na água de irrigação.
- Gráfico 9. Representação da relação Benefício/Custo.
- Gráfico 10. Radial dos Indicadores Ambientais.
- Gráfico 11. Radial dos Indicadores Econômicos.
- Gráfico 12. Radial dos Indicadores Sociais.
- Gráfico 13. Radial do desempenho integrado das dimensões da sustentabilidade.



## ANEXOS

- Anexo I. Resultados dos testes de toxicidade aguda - semente de alface.
- Anexo II. Resultados dos testes de toxicidade - microcrustáceo *Daphnia magna*.
- Anexo III. Dados do balanço hídrico da lavoura de arroz irrigado de ciclo médio e plantio em 17/10, para três locais da bacia do Rio Araranguá.
- Anexo IV. Resultados da contabilidade agrícola de quatro safras de arroz orgânico de Neuza Acordi Fernandes - Ermo (SC).
- Anexo V. Contabilidade agrícola do arroz irrigado, safra 2003-2007.
- Anexo VI. Resultados das análises da água de irrigação do arroz orgânico.
- Anexo VII. Entrevista aplicada ao estudo de caso.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Justificativa

A cultura do arroz irrigado tem sido responsabilizada, com freqüência, pela poluição dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, localizada no Extremo Sul do Estado de Santa Catarina, Brasil. Esta atividade agrícola polariza as atenções ambientais da opinião pública, juntamente com a mineração de carvão.

A preocupação com o potencial poluidor da rizicultura (cultura do arroz) soma-se ao elevado gasto de água dos mananciais da bacia para irrigar este cereal. Configura-se, nesta região, um contexto problemático de qualidade e quantidade da água disponível para as atividades econômicas e para o abastecimento público, gerando conflitos.

As alternativas disponíveis para o enfrentamento deste problema passam pelo uso prudente dos recursos hídricos, desenvolvendo na população que ali reside e exerce suas atividades, o senso de co-responsabilidade ambiental e solidariedade inter-geracional. Neste aspecto, cabe destacar a sensibilização dos rizicultores para estas questões, notada cada vez mais no posicionamento de suas lideranças.

Tendo surgido na região de Araranguá no final dos anos 1980, o sistema de produção de arroz irrigado orgânico foi adaptado de acordo com a situação individual e criatividade dos agricultores. Iniciada com a rizipiscicultura, a produção orgânica incorporou inúmeras técnicas, como o manejo contínuo da água de irrigação, o uso de marrecos (durante e/ou após o cultivo do arroz), a adubação orgânica (com esterco suíno, bovino ou de aves de corte) e manejo cultural que favoreça a competitividade do arroz diante das plantas invasoras, insetos-praga e agentes patógenos.

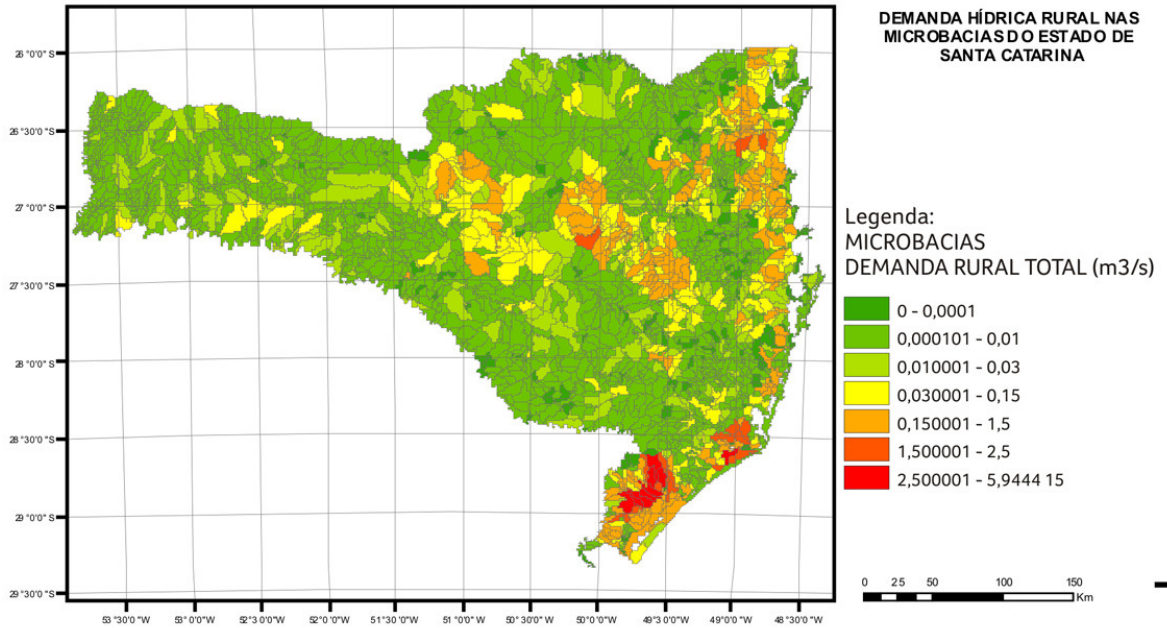
Os questionamentos sobre os impactos ambientais do sistema orgânico de produção de arroz irrigado têm permeado muitas discussões e polêmicas entre os agentes sociais envolvidos na produção de arroz irrigado, inclusive no meio acadêmico e de pesquisa agrícola. Estas dúvidas exerceram influência decisiva para a escolha da avaliação do agroecossistema arroz orgânico como tema central da presente dissertação, na tentativa de trazer mais subsídios científicos que irão se somar às informações já existentes. Busca-se contribuir para elucidar questões

fundamentais, tais como, as repercussões do uso mais intensivo de adubação orgânica no arroz sobre a qualidade da água dos mananciais receptores, no aspecto ambiental, e da competitividade da margem bruta do sistema, no aspecto econômico.

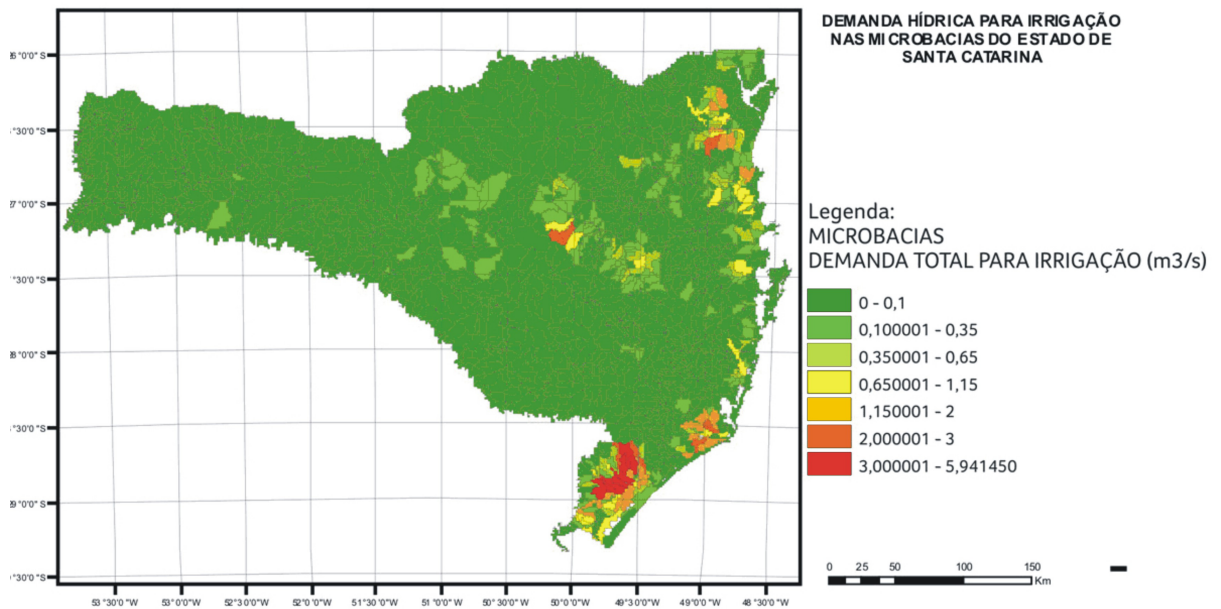
Ainda que o cultivo de arroz orgânico seja pouco expressivo em área cultivada, em comparação ao cultivo convencional desta bacia hidrográfica, o aprofundamento destas questões permite às esferas de tomada de decisão regional melhor visualização dos pontos positivos e deficiências deste agroecossistema. Possibilita assim, uma perspectiva estratégica de inserção da economia regional num mercado global cada vez mais exigente quanto a produtos e processos sustentáveis.

As conclusões deste trabalho, muito embora situadas nos limites do estudo de caso, podem permitir inferências e projeções, influenciando tanto na inclusão de incentivos às tecnologias orgânicas de produção, no contexto do comitê de bacia, como elementos que subsidiem decisões de política pública para o desenvolvimento sustentável regional.

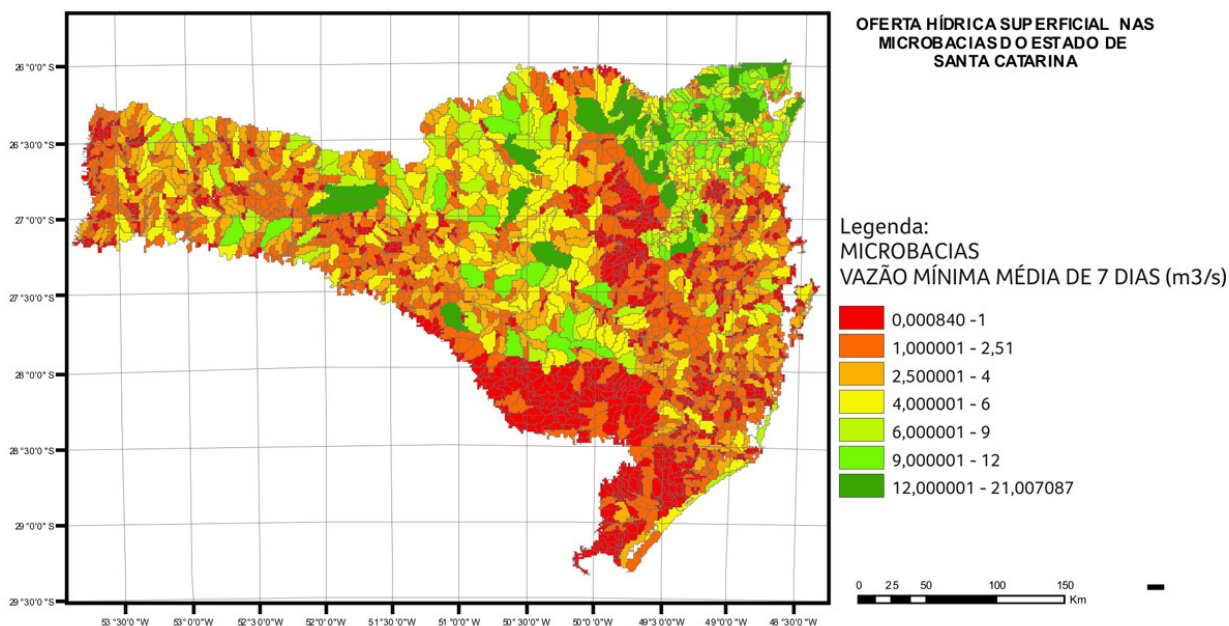
Sendo a Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, doravante neste trabalho denominada bacia do Araranguá, uma das que apresenta maior demanda hídrica rural no Estado de Santa Catarina, conflitos pelo uso da água dos mananciais são antigos e ocorrem com frequência, tornando a economia deste recurso natural uma prioridade na gestão da bacia e um grande desafio para o respectivo comitê. Através do cálculo da demanda hídrica rural, com base nos dados do Levantamento Agropecuário de Santa Catarina, realizado em 2003, o Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM), da EPAGRI, deixa mais visível a magnitude deste aspecto para a bacia (Figura 1), com implicações igualmente expressivas para o atendimento da irrigação (Figura 2), e quanto a oferta superficial de água (Figura 3).



**Figura 1:** Demanda hídrica rural nas microbasias do Estado de Santa Catarina (m<sup>3</sup>/s).  
Fonte: VIANNA, L. F. et al., 2006.



**Figura 2:** Demanda hídrica para irrigação nas microbasias do Estado de Santa Catarina (m<sup>3</sup>/s). Fonte: VIANNA, L. F. et al., 2006.



**Figura 3:** Oferta hídrica superficial nas microbacias do Estado de Santa Catarina (m<sup>3</sup>/s). Fonte: VIANNA, L. F. et al., 2006.

As três figuras, representadas por mapas, deixam clara a situação crítica da bacia do Araranguá, quando se calcula a oferta e a demanda hídrica rural. O quadro geral da bacia também é preocupante quando a análise é mais ampla, como apresenta o Relatório Final: Estudos dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina e Apoio para sua Implementação, de junho de 2006 (SANTA CATARINA, 2006).

Para efeito de gerenciamento dos recursos hídricos, o Estado de Santa Catarina foi subdividido em 10 Regiões Hidrográficas (RHs). A RH 10 - Extremo Sul Catarinense - é formada pelas bacias dos rios Urussanga, Araranguá e Mampituba. As bacias dos rios Araranguá e Urussanga são as que apresentam os mais elevados níveis de comprometimento da qualidade das águas, causadas por agrotóxicos, esgotos urbanos e industriais e, principalmente, por resíduos da extração de carvão. Na bacia do Araranguá, os contribuintes rios Sangão e Mãe Luzia têm no carvão a principal fonte poluidora, com o agravante de drenar extensas zonas de cultivo de arroz irrigado (SANTA CATARINA, 2006).

A RH 10 apresenta o balanço hídrico desfavorável, acarretando problemas de ordem qualitativa nos recursos hídricos, interferindo, entre outros aspectos, na diluição de esgotos sanitários e de dejetos animais. Quando examinada na época de

vazão de estiagem (vazão mínima média de 7 dias de estiagem - Q7), a situação é extremamente crítica nas bacias do Araranguá e Urussanga (SANTA CATARINA, 2006).

Com base nos resultados obtidos pelos estudos, foram definidos cinco grupos de sustentabilidade das bacias hidrográficas de Santa Catarina, estando a bacia do Araranguá associada à qualidade da água Péssima (tipo 5), a pior classificação de sustentabilidade (SANTA CATARINA, 2006).

A lâmina de água de irrigação no agroecossistema arroz orgânico é o principal meio de controle de invasoras, utilizando o sistema de manejo contínuo. Este sistema de manejo gera economia de recursos hídricos, podendo se tornar uma alternativa futura para melhorar a gestão da bacia do Araranguá.

Com a problemática desta bacia bem conhecida pelo pesquisador desta dissertação e considerando-se comprometido com a busca de soluções para esta situação, surge a oportunidade de sua inclusão dentro dos objetivos de um projeto que se inicia com a parceria de três instituições públicas catarinenses: a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (EPAGRI) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). O Projeto, chamado Tecnologias Sociais para a Gestão da Água (TSGA), foi elaborado por um grupo de profissionais e estudantes destas instituições e aprovada sua inclusão no Programa Petrobras Ambiental, patrocinado pela Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), com a execução sob a responsabilidade da Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária (FAPEU), no biênio 2007/2009 e coordenação do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC.

Os dados apresentados acima mostram e justificam o desenvolvimento desta dissertação, sendo a pesquisa de campo realizada no Município de Ermo/SC, região sul de Santa Catarina, pertencente ao território de abrangência da bacia do Araranguá. A pesquisa avalia aspectos da qualidade e consumo de água para produção de arroz orgânico, trazendo subsídios para novos trabalhos acadêmicos em busca do desenvolvimento sustentável em suas dimensões econômica e sócio-ambiental.

## 1.2. Relevância

A relevância deste trabalho de pesquisa foi realizada através do levantamento de referências bibliográficas baseadas nas palavras-chave. O levantamento foi feito em quatro níveis de busca: o local, na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá; o estadual, na base de dados e teses da UFSC; nível nacional, nas bases de dados do país, incluindo grandes universidades e instituições de pesquisa como USP, UNICAMP, UNESP, e Google Acadêmico; e o nível de busca internacional, nas principais bases de dados mundiais: SciELO, Wilson, Science Direct, BioOne, Blackwell-synergy, SpringerLink etc.

Realizou-se uma busca por cada palavra chave e pela combinação dessas, em duas, três, quatro e todas as palavras, em três idiomas: português, inglês e espanhol.

As palavras utilizadas em cada idioma foram:

- Português ( P ): Indicadores de sustentabilidade (P1), Arroz orgânico(P2), Bioindicadores (P3), Qualidade da água (P4), Consumo de água (P5);
- Inglês ( I ): Indicators of sustainability (I1), Organic Rice (I2), Bioindicators (I3), Water quality (I4), Water consumption (I5) e;
- Espanhol ( E ): Indicadores de sostenibilidad (E1), Arroz orgánico (E2), Bioindicadores (E3), Calidad del agua (E4), Consumo del agua (E5).

Em nível local (bacia do Araranguá), temos o Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água em plena execução a partir de março de 2007, trabalhando dois temas transversais: tecnologias sociais e governança da água (TSGA, 2007).

Através da análise dos resultados obtidos na relevância por palavras chave (Tabela 1) identificou-se um total de 1.342.731 trabalhos que contêm, pelo menos, uma das palavras. À medida que as palavras-chave foram combinadas, o número de resultados diminuiu. Na combinação duas a duas (Tabela 2) encontrou-se 4.405 trabalhos. Na combinação de três palavras o resultado total encontrado, para as combinações utilizadas, foi de apenas 73 trabalhos. Quando as combinações foram de quatro palavras-chave, foram encontrados 5 trabalhos para as duas combinações de busca. Finalmente, quando a busca combinou as cinco palavras-chave desta dissertação, nenhum resultado foi encontrado nas bases de dados pesquisadas (Tabela 3).

Após análise detalhada dos 78 trabalhos obtidos nas últimas etapas, foram acessadas outras categorias de fontes de informação, como anais de encontros e congressos relacionados com o tema arroz irrigado, livros e publicações da EPAGRI, EMBRAPA, IRGA, entre outras fontes, incluindo autores consagrados nos temas de agricultura sustentável e agroecologia: Gliessman, Altieri, Astier, Nicholls, David Pimentel, López-Ridaura, Caporal & Costabeber.

Conclui-se que, embora os temas desta dissertação sejam bastante pesquisados, quando se inclui três ou mais palavras-chave na busca por trabalhos nas fontes de informações utilizadas tem-se como resultado um pequeno número de citações, o que demonstra a existência de espaço para novas pesquisas e a pertinência desta dissertação.



**Tabela 1: Resultados obtidos na pesquisa por palavra-chave individual**

<b>Bases de dados: Pesquisa em português ( P )</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
Google acadêmico	811	25	2.230	15.600	5.180
Teses, dissertações/ Capes	172	4	357	1.741	553
Portal da Pesquisa - UFSC	4	0	41	0	0
Biblioteca UFSC: Teses e dissertações	55	3	10	1.122	241
Banco de teses USP	4	0	8	58	31
Banco de teses Unicamp	4	0	2	41	24
Banco de teses Unesp	2	0	6	79	13
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1.052</b>	<b>32</b>	<b>2.654</b>	<b>18.641</b>	<b>6.042</b>
<b>Bases de dados: Pesquisa em Inglês ( I )</b>	<b>I1</b>	<b>I2</b>	<b>I3</b>	<b>I4</b>	<b>I5</b>
Google acadêmico	3.100	923	15.900	993.000	68.000
Portal da Pesquisa - UFSC	946	483	2.717	133.210	10.104
SciELO	41	51	41	915	9
Wilson	13	6	224	7.184	589
Science direct	36	5	530	7.492	1.301
BioOne	386	975	296	11.331	1380
Blackwell-synergy	16	0	239	6.367	69
SpringerLink -	164	25	1.816	18.552	1.017
<b>SUBTOTAL</b>	<b>4.702</b>	<b>2.468</b>	<b>21.763</b>	<b>1.178.051</b>	<b>82.469</b>
<b>Bases de dados: Pesquisa em Espanhol ( E )</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>
Google acadêmico	1.120	24	120	22.900	534
Wilson	0	0	0	2	0
Blackwell Synergy	0	0	0	21	0
BioOne	0	0	3	45	2
SpringerLink -	0	0	1	85	0
<b>TOTAL</b>	<b>1.120</b>	<b>24</b>	<b>124</b>	<b>23.053</b>	<b>536</b>
<b>TOTAL PORTUGUÊS + INGLÊS + ESPANHOL</b>	<b>6.874</b>	<b>2.524</b>	<b>24.541</b>	<b>1.219.745</b>	<b>89.047</b>

**Tabela 2** - Resultados obtidos na relevância da pesquisa por palavras-chave combinadas duas a duas

<b>Bases de dados - Pesquisa em Português ( P )</b>	<b>P1+ P2</b>	<b>P1 + P3</b>	<b>P1 + P4</b>	<b>P1 + P5</b>	<b>P2 + P3</b>	<b>P3 + P4</b>	<b>P4 + P5</b>
Google acadêmico	0	18	170	78	1	217	797
Teses e dissertações/Capes	0	0	0	0	0	0	0
Portal da Pesquisa - UFSC	0	0	0	0	0	0	0
Biblioteca UFSC: teses e - dissertações	0	0	3	0	0	2	15
Banco de teses USP	0	0	0	0	0	0	0
Banco de teses Unicamp	0	0	0	0	0	1	0
Banco de teses Unesp	0	0	0	0	0	0	0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>173</b>	<b>78</b>	<b>1</b>	<b>220</b>	<b>812</b>
<b>Bases de dados - Pesquisa em Inglês ( I )</b>	<b>I1+ I2</b>	<b>I1 + I3</b>	<b>I1 + I4</b>	<b>I1 + I5</b>	<b>I2 + I3</b>	<b>I3 + I4</b>	<b>I4 + I5</b>
Portal da Pesquisa - UFSC	0	0	0	0	0	0	0
SpringerLink	1	4	28	13	0	482	409
SciELO	0	0	0	0	0	0	0
Wilson	0	0	0	0	0	12	15
Science Direct	0	0	1	0	0	32	33
BioOne	19	22	230	89	15	147	819
blackwell-synergy	0	0	1	1	0	54	7
<b>SUBTOTAL</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>260</b>	<b>103</b>	<b>15</b>	<b>727</b>	<b>1.283</b>
<b>Bases de dados - Pesquisa em Espanhol ( E )</b>	<b>E1+ E2</b>	<b>E1 + E3</b>	<b>E1 + E4</b>	<b>E1 + E5</b>	<b>E2 + E3</b>	<b>E3 + E4</b>	<b>E4 + E5</b>
Google acadêmico	0	12	125	6	0	296	228
Wilson	0	0	0	0	0	0	0
Blackwell Synergy	0	0	0	0	0	0	0
BioOne	0	0	0	0	0	0	0
SpringerLink -	0	0	0	0	0	2	0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>125</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>298</b>	<b>228</b>
<b>TOTAL Português + Inglês + Espanhol</b>	<b>20</b>	<b>56</b>	<b>558</b>	<b>187</b>	<b>16</b>	<b>1.245</b>	<b>2.323</b>

**Tabela 3** - Resultados obtidos na relevância da pesquisa por palavras-chave combinadas três a três, quatro a quatro e todas as palavras

<b>Bases de dados - Pesquisa português ( P )</b>	<b>P1+ P2+ P3</b>	<b>P1 + P2 + P4</b>	<b>P1 + P2+ P5</b>	<b>P3 + P4 + P5</b>	<b>P1 + P2 + P3 + P4</b>	<b>P2 + P3 + P4 + P5</b>	<b>P1 + P2 + P3 + P4 + P5</b>
Google acadêmico	0	0	0	18	0	0	0
Teses e dissertações/Capes	0	0	0	0	0	0	0
Portal da Pesquisa - UFSC	0	0	0	0	0	0	0
Biblioteca UFSC: Teses e dissertações	0	0	0	0	0	0	0
Banco de teses USP	0	0	0	0	0	0	0
Banco de teses Unicamp	0	0	0	0	0	0	0
Banco de teses Unesp	0	0	0	0	0	0	0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Pesquisa em Inglês ( I )</b>	<b>I1+ I2+ I3</b>	<b>I1 + I2 + I4</b>	<b>I1 + I2+ I5</b>	<b>I3 + I4 + I5</b>	<b>I1 + I2 + I3 + I4</b>	<b>I2 + I3 + I4 + I5</b>	<b>I1 + I2 + I3 + I4 + I5</b>
Portal da Pesquisa - UFSC	0	0	0	0	0	0	0
SciELO	0	0	0	0	0	0	0
Wilson	0	0	0	0	0	0	0
Science Direct	0	0	0	0	0	0	0
BioOne	2	13	9	25	1	4	0
blackwell-synergy	0	0	0	0	0	0	0
Springer Link	0	0	0	2	0	0	0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
<b>Pesquisa em Espanhol ( E )</b>	<b>E1+ E2+ E3</b>	<b>E1 + E2 + E4</b>	<b>E1 + E2+ E5</b>	<b>E3 + E4 + E5</b>	<b>E1 + E2 + E3 + E4</b>	<b>E2 + E3 + E4 + E5</b>	<b>E1 + E2 + E3 + E4 + E5</b>
Google acadêmico	0	0	0	4	0	0	0
Wilson	0	0	0	0	0	0	0
Blackwell Synergy	0	0	0	0	0	0	0
BioOne	0	0	0	0	0	0	0
SpringerLink -	0	0	0	0	0	0	0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL Português + Inglês + Espanhol</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>49</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>

### **1.3. Resultados esperados e contribuições**

Pretende-se ao final deste trabalho identificar a sustentabilidade do agroecossistema arroz orgânico, na propriedade em estudo, nas suas dimensões econômica e sócio-ambiental. Espera-se detectar os pontos críticos e potencialidades para sua sustentabilidade através de atributos e indicadores, com ênfase nos aspectos qualitativos e quantitativos do uso da água, sócio-economia da produção, e aspectos de manejo da cultura.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Geral**

Avaliar a sustentabilidade econômica e sócio-ambiental do agroecossistema arroz orgânico na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá.

#### **1.4.2. Objetivos específicos:**

- a) Caracterizar a unidade de estudo, o manejo da cultura de arroz orgânico na unidade pesquisada e o sistema de manejo da irrigação utilizado;
- b) Determinar os pontos críticos do agroecossistema arroz orgânico e analisar os principais aspectos que ameaçam sua sustentabilidade.
- c) Definir um conjunto de critérios de diagnóstico e os respectivos indicadores de sustentabilidade capazes de avaliar o agroecossistema pesquisado do ponto de vista ambiental, econômico e social.
- e) Avaliar a sustentabilidade do agroecossistema arroz orgânico nos atributos produtividade, resiliência, confiabilidade, estabilidade, adaptabilidade, equidade e autodependência.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Importância sócio-econômica do arroz no Brasil

O arroz é uma das culturas mais produzidas no Brasil, participando com 15 a 20% na safra nacional de grãos, sendo um produto tipicamente utilizado para o consumo interno (Azambuja, 2003). A cultura do arroz, especialmente o irrigado, tem grande importância social e econômica no Brasil (NOLDIN & EBERHARDT, 2005), sendo que na safra 2006/07 foram cultivados 2,912 milhões de hectares de arroz, somando uma produção de 11,076 milhões de toneladas, dos quais cerca de 1,307 milhões de hectares no sistema irrigado (IBGE, 2007). A estimativa do IBGE para a safra 2007/08, divulgada em junho/2008 é de produção de 12, 27 milhões de toneladas de arroz em casca (IBGE, 2008), posicionado como sétimo maior país produtor de arroz do mundo (FAO, 2008). O Gráfico 1 mostra a evolução da cultura de arroz no Brasil nas duas últimas décadas.

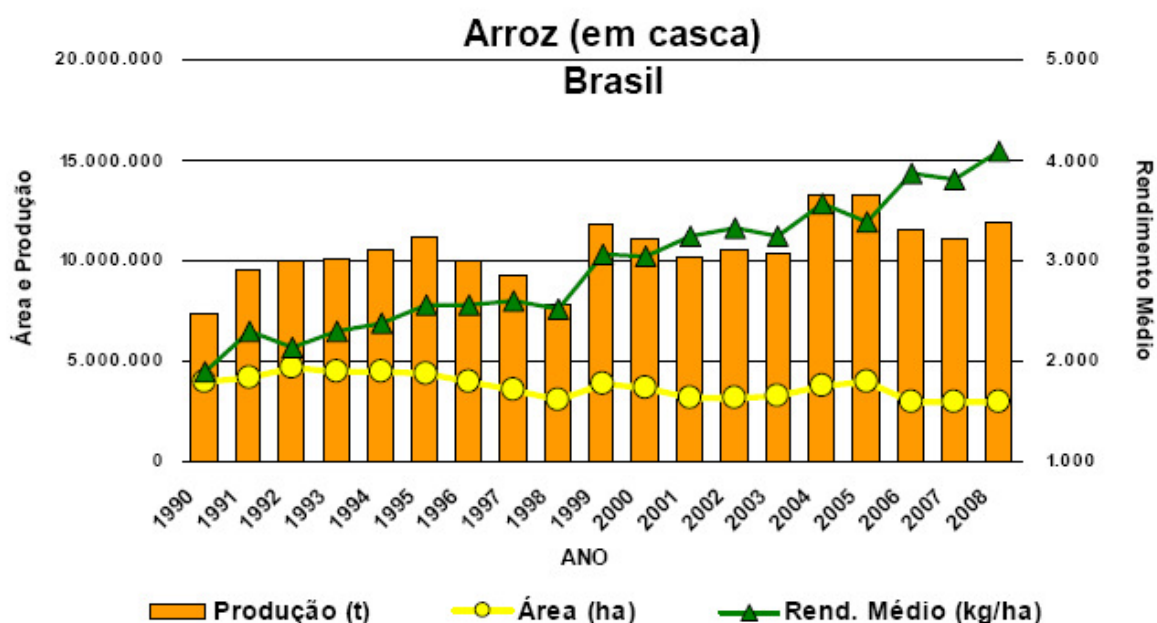


Gráfico 1: Evolução da produção, área e rendimento de arroz no Brasil, de 1997-2006. Fonte: IBGE (2008b), prognóstico de dezembro de 2007.

O arroz irrigado tem nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina os maiores produtores, com área colhida na safra 2007/08 de 1,071 milhões de hectares e 153.100 hectares e produtividade de 6,88 e 6,69 toneladas por hectare,

respectivamente, baseados nos dados do IBGE (junho/2008), e envolvem ao redor de 25.000 famílias de agricultores (RIGHES, 2005). O Rio Grande do Sul alcançou 60,1% e Santa Catarina 8,3% da produção nacional, incluído o sequeiro (LSPA/IBGE, junho/2008).

## **2.2. Importância social e econômica do arroz em Santa Catarina**

Prochnow (2002) indica que o cultivo de arroz irrigado em Santa Catarina teve início nos anos 1950, como cultura de subsistência, predominando cultivares provenientes da Ásia. Até a década de 1970, a cultura do arroz não teve progressos significativos em tecnologia, mas a partir de 1976, com a criação da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (EMPASC), a proporção de lavoura irrigada passou de 49% da área total para 94 % de lavoura irrigada (INSTITUTO CEPA/SC, 1998). De acordo com Back (1998), até a década de 1980, a produtividade da cultura do arroz não era superior a 45 sacas /ha, sendo que o método de irrigação adotado era por inundação em quadras ou canchas em nível, mas de baixa eficiência, com perdas elevadas nos canais e lavouras. Outro problema enfrentado pelos produtores era com relação à qualidade do arroz produzido: as cultivares utilizadas era de porte alto e folhas pendentes, o que determinava o sombreamento das folhas inferiores, com prejuízo na fotossíntese e produtividade. O arroz produzido na região e no estado era considerado de má qualidade, sendo muitas vezes misturado com o comprado no Rio Grande do Sul, para o beneficiamento (GAIDZINSKI & FURTADO, 2005).

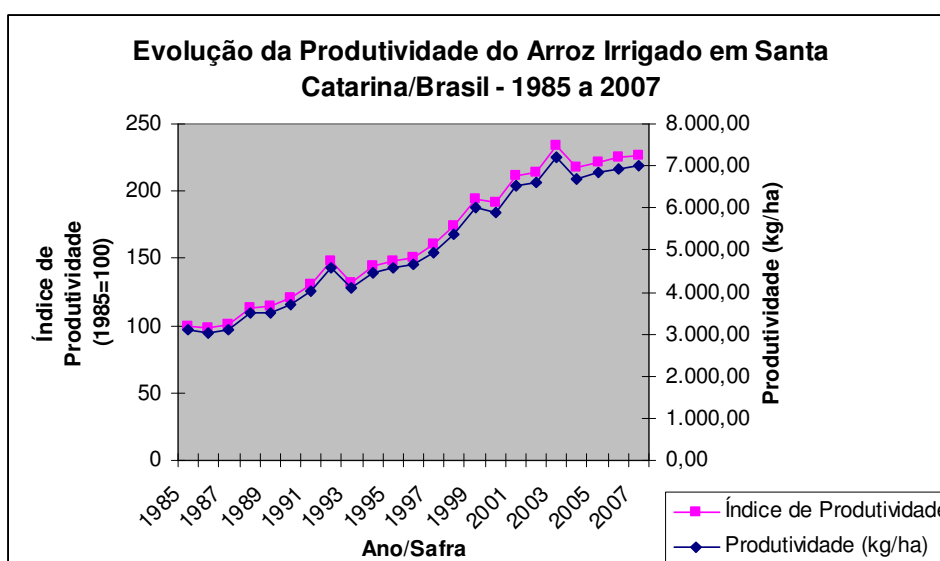
Em 1981 foi criado em Minas Gerais, apoiado pela Agência de Cooperação Técnica da Alemanha Ocidental (GTZ) o Programa de Aproveitamento de Várzeas, incentivando um novo sistema de produção (PROVARZEAS). Este sistema de produção de arroz passou a utilizar novas cultivares, grande quantidade de produtos químicos, forte mecanização e a intensa sistematização do terreno, que seria dividido em quadros (canchas), preferencialmente de forma retangular, com tamanhos de 0,2 a 0,8 ha. A partir do PROVARZEAS os produtores de arroz da bacia do Araranguá vivem uma nova fase. Em vinte anos, a produtividade saltou de 2.800 kg/ha para 6.500 kg/ha, enquanto a área cultivada expandiu de 25.000 ha, no início da década de 1980 para 42.700 ha no ano 2.000. Toda a economia regional

teve notório crescimento, nas estruturas de produção, nas agroindústrias do arroz, com criação de cooperativas de crédito e de irrigação. Na área da bacia, destacam-se as cooperativas de Turvo (COOPERSULCA) e de Jacinto Machado (COOPERJA), ligadas ao armazenamento, beneficiamento e comercialização de arroz. Mas esse modo de produção também trouxe sérios problemas ambientais: compactação e erosão de solos, poluição por agrotóxicos, monocultivo e os conflitos pelo uso da água dos mananciais (GAIDZINSKI & FURTADO, 2005).

Santa Catarina produz arroz irrigado baseado nos pequenos produtores rurais familiares, com média de 18 hectares/propriedade. Na safra 2007/2008, a cultura ocupou uma área no Estado de 153.100 hectares, obtendo o 2º lugar nacional em produção, com 8,3% (IBGE, 2008), concentrada nas regiões do Vale do Itajaí, Litoral Norte e Sul do Estado (BELTRAME et al., 2005).

Toda a área de arroz irrigado de Santa Catarina é conduzida no sistema pré-germinado, normalmente cultivado próximo de mananciais, com maior risco de contaminação da água pelos agroquímicos, já que esta lavoura está associada à freqüente utilização destes insumos, especialmente fertilizantes nitrogenados, inseticidas, herbicidas e fungicidas (NOLDIN & EBERHARDT, 2005).

A evolução da produtividade do arroz irrigado em Santa Catarina foi extraordinária nos últimos 20 anos, com a incorporação de novas tecnologias e cultivares mais adaptados às condições edafoclimáticas do estado (Gráfico 2).



**Gráfico 2:** Evolução da produtividade do arroz irrigado em Santa Catarina, Brasil, de 1985 a 2007. Fonte: Epagri/Cepa - Centro de Estudos de Safras e Mercados, 2007.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá a cultura do arroz irrigado ocupa uma área de 59.045 ha, distribuídos em 3.541 propriedades rurais, que representa 31% das propriedades rurais existentes na bacia (COMASSETTO, 2008) e 19,55% da superfície total. A razão disso é a aptidão dos solos da bacia para esse tipo de prática agrícola (GAIDZINSKI & FURTADO, 2005).

Alfonso-Morel & de Farias Filho (1999), avaliaram a influência das mudanças tecnológicas ocorridas na cultura do arroz no município de Turvo, sul de Santa Catarina, e como elas influenciaram a qualidade de vida dos rizicultores. Tendo o ano de 1976 como o marco zero, quando a produtividade média era de 40 sc/ha, foi detectado um índice de 130 sc/ha para o ano de 1996, com acréscimo de 225%. Nesta safra 2007/08, a produtividade média da cultura de arroz em Turvo foi de 150 sc/ha, atingindo acréscimo de 275% em relação a 1996 (ROSSO, 2008, comunicação pessoal). Em 1996, 97,5% dos entrevistados possuíam tratores, 60% tinham automotriz, 77,5% haviam aumentado a área com a cultura do arroz. A área média passou de 12,2 ha em 1976 para 30,7 ha no ano de 1996 (ALFONSO-MOREL & DE FARIAS FILHO (1999).

Segundo EPAGRI/CEPA (2007), as maiores contribuições para a produção estadual do arroz no ano de 2006 vieram das microrregiões de Araranguá (31,9%), Joinville (14,5%), Criciúma (13,9%), Tubarão (13,1%) e Rio do Sul (9,3%).

### **2.3. A rizicultura e os conflitos pelo uso da água na bacia do rio Araranguá**

O cultivo de arroz na região sul de Santa Catarina recebe condições favoráveis para sua implantação com a vinda dos imigrantes italianos, por volta de 1877 a 1892, já que encontraram, em grande parte da região, topografia, clima e aptidão dos solos favoráveis para esse cultivo (GAIDZINSKI & FURTADO, 2005). Nota-se, desde o início da colonização, a grande preocupação dos agricultores com o acesso à água, seja para movimentar atafonas, serrarias, engenhos, como também para irrigação das lavouras de arroz, algumas décadas depois. Ainda em 1942, Júlio Squizzatto, Abramo Piazza e Francisco Meller iniciaram a construção de um canal para desviar parte da água de um rio em Meleiro, incluindo a construção de um túnel de 140 metros de comprimento, 2 m de largura e 1,7 m de altura, fornecendo



água para muitas famílias plantarem arroz. O túnel ficou pronto em 1946 (DALL'ALBA, 1997) e ainda existe, localizando-se sob a cidade de Meleiro, bem no centro. Atualmente pertence à COOIMEL - Cooperativa de Irrigação de Meleiro, composta por 170 irrigantes, distribuídos em 5 comunidades e cultivam aproximadamente 3.200 ha (informações da equipe da EPAGRI/Meleiro, 22/06/2007, comunicação pessoal).

A escassez hídrica nos meses compreendidos entre novembro e fevereiro, período de captação de água para preparo das canchas e irrigação das lavouras de arroz, e também os meses de maior evapotranspiração, é a principal causa de conflito pelo uso da água nos rios do oeste da bacia do rio Araranguá. Elaborando pesquisa nesta bacia, Francisco (2002) evidencia que há muitos conflitos inerentes às atividades de mineração, industrialização, agricultura e urbanização, mas também têm origens em fenômenos naturais, como o relevo, condições estuarinas, torrencialidade dos rios, que ora têm água em excesso, provocando cheias, ora têm pouca água, acirrando as disputas pelo seu uso.

Adotando-se a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e intervenção, por seu papel integrador, físico, econômico e natural, principalmente no que se relaciona ao fluxo de águas superficiais, não se pode avaliar os recursos ambientais de forma isolada, pois o uso de um recurso pode diminuir a oferta de outro e/ou aumentar a demanda sobre o mesmo (LANNA, 1992). Um exemplo dessa aplicação ao rio Araranguá pode ser ilustrado pela rizicultura, já que a área cultivada se reflete diretamente na disponibilidade de recursos hídricos e a escassez de água, por quantidade ou qualidade, inibe a expansão desta cultura. Precisamos avaliar ainda o fato de que a aplicação de agrotóxicos pode ter sua ação refletida para além do cultivo do arroz, contaminando as águas fluviais e subterrâneas (ALEXANDRE & DUARTE, 2005).

Toda a região sul de Santa Catarina e, em particular, a bacia do rio Araranguá, encontra-se confinada entre as escarpas da Serra Geral, onde se localizam as nascentes de rios importantes, e o Oceano Atlântico, limites esses paralelos e com distância aproximada de 50 km. As baixas vazões médias observadas nos rios dessa bacia, agravadas pela ocorrência de períodos de estiagem, naturalmente já seriam suficientes para gerar conflitos pelo uso da água. Porém, a situação tornou-se mais crítica em função da extração e beneficiamento

de carvão mineral, cujas reservas localizam-se em áreas drenadas por formadores das Bacias dos Rios Tubarão, Urussanga e Araranguá (ALEXANDRE & DUARTE, 2005).

A Bacia do Rio Araranguá tem uma área de 3.020 km<sup>2</sup>, drenando territórios de 16 municípios, entre os quais Araranguá e Criciúma. O comprimento dos rios alcança 5.916 km, com densidade de drenagem de 1,95 km/km<sup>2</sup>. A planície costeira ocupa aproximadamente 2/3 da área desta bacia, sendo que os sedimentos provenientes da área-fonte, a Serra Geral, quando atingem a planície formam depósitos aluviais, com grande quantidade de blocos rochosos e seixos. Próximo à foz, o Rio Araranguá alarga seu curso, formando meandros e possibilitando a deposição de sedimentos finos em seu leito (ALEXANDRE & DUARTE, 2005).

As atividades antrópicas são as grandes responsáveis pela alteração ambiental da bacia do rio Araranguá, destacando-se duas principais pela degradação, a mineração de carvão e a agricultura, principalmente do arroz irrigado. Esgotos sanitários e resíduos sólidos domésticos também são motivos para preocupação, já que não recebem o tratamento adequado. O plantio de arroz irrigado nesta bacia não tem observado condicionantes como disponibilidade da água, aptidão do solo, declividade do terreno para localizar as canchas de arroz e outros fatores que podem comprometer a sustentabilidade da rizicultura no futuro (ALEXANDRE & DUARTE, 2005).

## **2.4. Impactos Ambientais do Cultivo de Arroz**

### **2.4.1. Consumo de água para irrigação do arroz**

A quantidade de água exigida para o cultivo do arroz, sistema de irrigação por inundação usado no sul do Brasil, é o somatório da água necessária para saturar o solo, formar uma lâmina, compensar a evapotranspiração e repor as perdas por percolação vertical, as perdas laterais e dos canais de irrigação. A quantidade depende, em grande escala, das condições climáticas, do manejo da cultura, das características físicas do solo, das dimensões e revestimento dos canais, da duração do ciclo da cultivar, da localização da fonte e da profundidade do lençol freático. A evapotranspiração e a percolação consomem a maior porcentagem da demanda hídrica. Evapotranspiração é a somatória da água transpirada pela planta mais a

água que evapora da lâmina d'água devido à diferença de pressão de vapor entre a superfície e a atmosfera (SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO, 2005).

Em pesquisa realizada em Cachoeirinha (RS), com medição direta da água consumida pelo arroz, Sachet (1977) encontrou o valor de 8.640 m<sup>3</sup>/ha, mantendo lâmina de 7 a 10 cm de água nas canchas por 104 dias de irrigação. Trabalhos realizados por Eberhardt (1994) e Marcolin et al. (1999) encontraram consumo de água por lavouras de arroz irrigado entre 7 e 10 mil m<sup>3</sup> por hectare por safra, embora cerca de 40% da água utilizada nas lavouras seja proveniente da precipitação pluviométrica. Segundo Back (1998), para fornecer água suficiente para a rizicultura são necessários 8.500 a 9.500 m<sup>3</sup>/ha/safra nos meses de novembro a fevereiro, época que os quadros da lavoura permanecem com uma lâmina média de 10 cm sobre o solo, volume necessário devido à constante circulação da água dentro das canchas e pela reposição das perdas por evapotranspiração.

#### **2.4.2. Aspectos da qualidade da água**

Praticamente toda atividade humana constitui uma fonte potencial de contaminantes para ecossistemas naturais. Os recursos hídricos são, geralmente, os receptores destes contaminantes, mesmo considerando suas diversas reações na atmosfera, solo e cobertura vegetal, pois com as chuvas, são transportados para os corpos d'água (MOZETO; ZAGATTO, 2006, apud RODRIGUES, 2007).

Os resultados e a análise de um trabalho de monitoramento de resíduos de agroquímicos ou algum outro parâmetro físico-químico em um corpo d'água podem não dar uma idéia de sua significância sem os indicadores de impacto ambiental (SPADOTTO, 2002). Para tê-los, é necessário que sejam estabelecidos padrões ou limites para cada molécula ou parâmetro. Geralmente, estes indicadores são apresentados na legislação de cada país. No Brasil, especificamente para a maioria dos agroquímicos utilizados em arroz irrigado, existe carência de tais informações, sendo necessário o estabelecimento destes indicadores para os ecossistemas locais (NOLDIN & EBERHARDT, 2005).

Aspectos legais e normativos sobre parâmetros de resíduos de agroquímicos no ambiente, o chamado Valor Máximo Permitido, é feito pelo Ministério da Saúde

(Brasil, 2004) e Ministério do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), existindo em algumas situações contradição entre parâmetros estabelecidos pelos dois órgãos. A legislação da Comunidade Econômica Européia (CEE) tem sido mais objetiva, estabelecendo que o resíduo máximo seja de 0,1 µg/L para qualquer agrotóxico isoladamente e de 0,5 µg/L para o total dos agroquímicos presentes em amostras de água destinadas ao consumo humano (DEFRA, 2008). Oliveira (2008) ressalta que, embora no Brasil o biomonitoramento não seja obrigatório por lei, muitas vezes é a falta da ferramenta adequada, e não necessariamente a falta de vontade política, que faz com que o monitoramento da qualidade da água continue ocorrendo exclusivamente com base nos parâmetros físico-químicos. O monitoramento biológico representa uma mudança profunda no pensamento porque põe a vida no centro das questões do manejo das águas, e não as características físico-químicas. Esta mudança do paradigma de parâmetros da qualidade de água para a avaliação da integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos é urgente e a sensibilização do poder público e da comunidade para a grande importância dessa mudança de conceito. Esta preocupação está contemplada na presente dissertação que inclui testes com bioindicadores aliados às análises mais tradicionais na avaliação da qualidade da água que circula no agroecossistema arroz orgânico.

Considerando que os diversos componentes físico-químicos da água representam riscos distintos quando alterados, Deschamps et al. (2003a) estabeleceram a frequência com que alguns parâmetros de qualidade de água se apresentariam alterados em seis bacias hidrográficas de Santa Catarina, nas safras 1998/99 e 1999/00, abrangendo o período de agosto a maio destes respectivos anos. As bacias foram escolhidas levando em conta situações de conflito em que a cultura do arroz irrigado estava envolvida, recaindo sobre as bacias de Mampituba, Araranguá, d'Una, Tubarão, Itapocú e Itajaí, todas pertencentes à vertente do Atlântico. Os valores de Fósforo (P) mostraram-se bastante acima daquele estabelecido para P em águas brutas, conforme resolução do CONAMA à época (0,025 mg/L de P). O Potássio (K) foi outro elemento cuja frequência de valores acima dos limites apresentou-se elevada. Outro parâmetro importante que se relaciona com a cultura do arroz irrigado, a turbidez (máximo de 40 NTUs para rios de classe 1), foi considerada com elevada frequência fora dos limites estabelecidos na legislação, em todas as bacias. Em várias amostras coletadas nas bacias dos rios

Araranguá e Tubarão observaram-se valores de pH bastante baixos (menor que 3,0), provavelmente associados com a geologia local e a reflexos da intensa exploração de carvão que a região foi submetida ao longo de muitos anos. O trabalho registrou também que nitrato e nitrito não apresentaram valores acima dos padrões estabelecidos pelo CONAMA, ressaltando-se que estes parâmetros não apresentam importância nos ambientes estudados ou que os valores estabelecidos na legislação estavam superestimados.

Na pesquisa desenvolvida por Deschamps et al. (2003a), dos doze ingredientes ativos e dois metabólitos de agrotóxicos pesquisados, onze foram encontrados em pelo menos uma amostra. Resíduos do herbicida quinclorac foram os mais freqüentemente detectados, em 5 das 7 bacias monitoradas. Os herbicidas oxiadizon, molinate e 2,4-D aparecem em 4 das 7 bacias estudadas. A presença do inseticida carbofuran e seu derivado 3-hydroxy, em áreas de drenagem, chama a atenção, nem tanto pela sua freqüência, mas para os riscos toxicológicos que este produto representa. A presença de argila, matéria orgânica e algas entre outros, situação típica da cultura de arroz irrigado, podem representar elementos de absorção do ingrediente ativo. Isto também contribuiria para a rápida diminuição da concentração na água de irrigação.

Mattos et al. (2005a), em pesquisa realizada na Estação Experimental da EMBRAPA de Pelotas, durante a safra 2003/2004, detectaram residual do herbicida clomazone próximo de 1,0 ppm na água de irrigação e próximo de 10,0 ppm em solo e sedimento de lavoura de arroz irrigado, mesmo decorridos 88 dias após a entrada da água. Estes resultados ratificaram pesquisa anterior, em granja orizícola de cultivo convencional nas safras 1999/2000 e 2000/2001, no município de Pelotas/RS, conduzidas por Mattos et al. (2005b). Em ambas as safras todas as concentrações detectadas ficaram acima do limite permitido pela Comunidade Européia para a presença individual do agrotóxico clomazone na água de consumo humano (limite de 0,10 µg/L).

Estudos de monitoramento em bacias produtoras de arroz irrigado têm encontrado diversos resíduos de herbicidas usados nesta cultura, entre eles clomazone e quinclorac, sendo que as amostras coletadas na época de cultivo apresentaram 100% contaminadas com estes produtos (MARCHEZAN et al., 2005a; MARCHEZAN et al., 2005b).

Estudos com objetivos similares foram conduzidos por Macedo et al. (2005) na Estação Experimental do Arroz no IRGA, nas safras 2003/04 e 2004/05. Neste caso os pesquisadores analisaram a persistência do herbicida Nominee 400 SC (princípio ativo bispyribac-sodium), encontrando resíduos até 28 dias (primeiro ano) e 31 dias (segundo ano) em concentrações baixas. A recomendação dos autores é de que, quando aplicado este herbicida citado, a água de irrigação do arroz seja retida por, no mínimo, 28 a 30 dias, evitando que resíduos do produto alcancem outros mananciais.

Em décadas recentes, companhias químicas desenvolveram centenas de compostos que são altamente tóxicos, mas considerados menos danosos ecologicamente, porque se degradam rapidamente. A persistência do pesticida é medida em termos de sua meia-vida no solo - o tempo que leva para que 50% de uma massa da substância química se degrade. O que os cientistas aprenderam, no entanto, é que pesticidas são muito mais persistentes em lençol freático do que o são no solo. O herbicida alachlor, por exemplo, tem uma meia-vida de 20 dias no solo, porém de quase quatro anos em lençol freático (SAMPAT, 2001).

Os pesquisadores não têm encontrado indicações seguras do que acontece quando vários agroquímicos estão presentes em determinado ambiente, podendo surgir sinergismos e efeitos inesperados (SAMPAT, 2001). Esta preocupação é extremamente válida para regiões com intenso cultivo de arroz irrigado, como acontece na bacia do rio Araranguá, em Santa Catarina. As taxas médias de nitrogênio aplicado em lavouras de arroz na bacia variam de 31,9 a 133,0 kg de nitrogênio/ha, com dose média de 89,3 kg/ha (PELLEGRIN, 2007). A contaminação de aquíferos por nitrato está difundida e em alto nível em muitas regiões rurais do mundo, sendo estimado que em torno de 25% da água bebida nos Estados Unidos esteja com níveis acima do padrão seguro de 10 partes por milhão (ppm). Tais níveis de nitrato são perigosos para a saúde humana e estudos têm relacionado nitrato com Metahemoglobinemia (baixos níveis de oxigênio no sangue) em crianças e câncer gástrico, de bexiga e de esôfago em adultos (ALTIERI, 1998).

Cada microbacia hidrográfica tem características próprias, sendo difícil estabelecerem uma única variável como indicador padrão para qualquer sistema hídrico. Na busca de indicadores de qualidade de água, várias técnicas têm sido utilizadas, sendo uma das mais empregadas o IQA (Índice de Qualidade da Água)

desenvolvido pela National Sanitation Foundation Institution e usado em países como Estados Unidos, Brasil e Inglaterra, obtido a partir da análise fatorial. Para avaliar o possível impacto da cultura do arroz irrigado sobre a qualidade das águas do Rio Camboriú (Camboriú / SC), através do IQA médio e sua distribuição para os 8 locais de coleta, conforme a posição de cabeceira, lavoura de arroz e foz da microbacia, Toledo et al. (2002) realizaram pesquisas, utilizando este indicador. Os valores médios apresentaram desvios elevados, mostrando que os índices de cabeceiras foram menores em relação aos demais pontos. Quanto mais negativos os valores do IQA, melhor a qualidade da água. Os valores de IQA médios entre lavoura e foz não se mostraram diferentes, evidenciando que a interferência da cultura do arroz não é superior ao somatório das demais atividades que interferem na qualidade das águas na bacia do Rio Camboriú. O IQA possui média zero e variância unitária, estando compreendido entre -3 e 3, denotando os valores negativos como os de melhor qualidade (TOLEDO et al., 2002).

Herbicidas, inseticidas e fertilizantes sintéticos são os agroquímicos mais utilizados nas lavouras de arroz irrigado. Estimativas indicam que quase a totalidade das lavouras de arroz irrigado recebe, pelo menos, uma aplicação de herbicida e a maioria delas também recebe pelo menos uma aplicação de inseticida. Em Santa Catarina, os inseticidas mais usados são fipronil e carbofuran (NOLDIN & EBERHARDT, 2005). Na tabela 4 estão relacionados os princípios ativos herbicidas comumente utilizados nas lavouras em Santa Catarina, na safra 2006/07.

**Tabela 4.** Princípios ativos de herbicidas mais utilizados na cultura do arroz irrigado em Santa Catarina - safra 2006/07

Herbicidas com maior frequência de uso no Estado de SC	
Bentazon	Glifosato
Bispyribac-sodium	Metsulfurom-metílico
Carfentrazone-etílica	Molinato
Ciclossulfamurom	Quinclorac
Clomazone	Pirazossulfurom-etílico
Etoxissulfurom	Profoxidim

Fonte: EPAGRI - Avaliação da safra de arroz irrigado 2006/07.

### 2.4.3. Alteração das características físico-químicas da água causadas pelo arroz

Como a água utilizada para irrigação é também disputada por outras atividades agrícolas, industriais e de abastecimento público, a atividade orizícola é passível de conflitos. Minimizar os impactos ambientais causados pela utilização de insumos na cultura do arroz irrigado é essencial para reduzir os conflitos potenciais (DESCHAMPS et al., 2003b).

Uma questão chave é dimensionar corretamente os impactos ambientais na cultura do arroz através de indicadores que permitam avaliar a atividade separada das demais fontes de degradação que ocorram na bacia hidrográfica. O que se deve buscar, no ambiente onde se desenvolva a cultura, é que o uso de determinados insumos não comprometa o ambiente em longo prazo. A bioacumulação de agrotóxicos pode manifestar-se, em termos ambientais, por muito tempo após cessar a utilização de determinados produtos. Outro desafio é exatamente se dispor de métodos tanto químicos quanto biológicos que permitam avaliar mais precisamente os impactos no ambiente e na saúde humana. Em avaliação do comportamento de 14 parâmetros físico-químicos em mais de 1600 amostras procedentes de sete bacias hidrográficas de Santa Catarina onde se cultiva o arroz irrigado no sistema pré-germinado, verificou-se que os efluentes das lavouras podem contribuir mais diretamente para o aumento da turbidez, especialmente na época de preparo do solo e implantação das lavouras (DESCHAMPS et al., 2003b). O manejo inadequado da água de irrigação na fase de implantação do sistema pré-germinado contribui para as perdas de solo e, conseqüente, aumento na turbidez, bem como de nutrientes, especialmente de nitrogênio e potássio (MACEDO et al., 2003a). Os referidos autores concluem que no sistema pré-germinado, a lâmina de água deve ser mantida sem drenagem após o preparo do solo, pois a concentração elevada de micronutrientes e sólidos em suspensão pode causar comprometimento na qualidade ambiental.

A capacidade da lavoura de arroz contribuir para a melhoria da qualidade da água de alguns rios foi evidenciada na bacia do Rio Mãe Luzia, no sul do Estado de Santa Catarina. Nesta região, a qualidade das águas superficiais está severamente comprometida por resíduos da exploração do carvão. Vale mencionar que não



raramente o pH desta água pode ser inferior a 3,0. No entanto, em lavouras de arroz irrigado, com água oriunda do Rio Mãe Luzia, obtém-se produtividades até superiores a 8,0 t por hectare (NOLDIN & EBERHARDT, 2005).

Macedo et al., (2003a), no sistema de cultivo convencional de arroz pré-germinado, mediu as perdas de partículas de solo e nutrientes, chegando a valores equivalentes a 32 kg de N / hectare, 5 kg de P / hectare e 48 kg de K / hectare, se a água for drenada antes de dois dias após o preparo do solo. Nestas condições, esta pesquisa mostrou que o somatório de resíduos sólidos perdidos, quando efetuadas duas drenagens de uma lâmina de 5 cm de água (a primeira drenagem um dia após o preparo do solo e a segunda, 5 dias após a semeadura), equivalem a 530 kg de solo por hectare. Estes resultados confirmam que, no sistema de cultivo de arroz pré-germinado, a lâmina de água deve ser mantida sem drenagem, pois a concentração de macronutrientes essenciais e de resíduos sólidos totais na água descartada é considerável e pode causar problemas ambientais, além de reduzir a rentabilidade da cultura devido à perdas de nutrientes.

#### **2.4.4. Os agrotóxicos no arroz e a saúde humana**

A exposição humana aos agroquímicos, seja através de exposição ambiental ou ocupacional, raramente se limita a um único princípio ativo, sendo que patologias decorrentes de freqüentes exposições, inclusive em pequenas doses, vêm sendo identificadas. Entre as mais comuns estão as polineurites do sistema nervoso periférico e as irritações tóxicas nas mucosas e na pele, distúrbios oftalmológicos, endocrinopatias e distúrbios do aparelho reprodutivo (PIMENTEL et al., 2005).

Os resultados mostram que em regiões importantes em produção de arroz nas Filipinas, o uso de pesticidas tem um efeito negativo na saúde do agricultor, e que a boa saúde do agricultor tem um efeito positivo na produtividade. A análise de simulação mostrou que reduzindo o uso dos agrotóxicos - principalmente inseticidas - ocorreria um efeito pequeno na produtividade porque a perda de produtividade, pela redução de controle de pragas, seria compensada pelo ganho de produtividade devido à melhor saúde do agricultor (ANTLE & PINGALI, 1994).

Estudos desta amplitude mostram um espectro de análise que normalmente é mais restrito, principalmente nos aspectos econômicos das culturas.

Os efeitos agudos no organismo, decorrentes da exposição, são os que melhor possibilitam a identificação de sinais e sintomas. Entretanto, muitos agroquímicos podem também provocar reações locais como irritação de pele, mucosas e do trato respiratório, sem causar doenças sistêmicas (O'MALLEY, 1997, *apud* PIMENTEL et al., 2005). Além disso, muitas vezes há a presença de outros sintomas inespecíficos (tonturas, cefaléia, náuseas, tosse, etc.), até a presença de seqüelas neurológicas, devido à inibição crônica da atividade da enzima acetilcolinesterase, como no caso dos fosforados e carbamatos (AMES et al, 1995, *apud* PIMENTEL et al., 2005).

O uso persistente dos agrotóxicos pode também levar a intoxicações crônicas e ao aparecimento de carcinogênese e teratogênese, entre outras conseqüências. Os custos calculados dos cuidados com saúde e ambientais do uso recomendado de pesticidas nos EUA são de aproximadamente US\$10 bilhões por ano. Controle integrado de pragas, sistemas de gestão de nutrientes e agricultura orgânica certificada podem reduzir a confiança no uso de agroquímicos, viabilizando assim uma agricultura ambientalmente sadia enquanto mantêm rendimentos altos na colheita e economia favorável para a propriedade (PIMENTEL et al., 2005).

Os segmentos de menor renda de agricultores familiares, por terem também menos recursos tecnológicos, são mais suscetíveis a desenvolver as patologias acima citadas. No caso de crianças, a sensibilidade é maior que nos adultos, podendo ser intoxicadas com doses menores. Os agrotóxicos podem ainda ocasionar prejuízos no desenvolvimento embrionário, provocando aborto ou deficiências na formação do feto (MARINOVICH et al., 1997). Resultados de pesquisa da Enfermeira Mara Regina Tagliari Calliari, no Hospital Regional de Passo Fundo/RS/Brasil, entre os anos de 1983 a 1989, mostraram 600 casos de anomalias em recém-nascidos, com a ocorrência de 1 caso de anencefalia para cada 20 mil habitantes, cinco vezes maior que o índice considerado normal pela Organização Mundial de Saúde. O trabalho de pesquisa alcançou 16 municípios da região do Planalto Médio e das Missões do Estado do Rio Grande do Sul. Dos casos estudados, 60% dos pais residiam e trabalhavam no meio rural e 40% residiam no meio urbano e trabalhavam no campo. Quanto às mães, 66% delas tiveram problemas durante a gravidez com

sintomas compatíveis com intoxicação por agrotóxicos, dando à pesquisadora a convicção de que os casos de anomalias fetais estudados foram conseqüências do uso de agrotóxicos (PINHEIRO et al., 1993).

Em pesquisa realizada no Município de Sombrio/SC, entre dezembro de 1999 e janeiro de 2000, em habitantes da sub-bacia Córrego Garuva, que se dedicam à produção de arroz irrigado convencional, banana e fumo, como atividades principais, o exame de dosagem da atividade da acetilcolinesterase sangüínea mostrou alterações significativas. Nos cultivos de arroz e banana, a faixa etária mais comprometida com o uso de agrotóxicos está entre 15 e 24 anos, em que cerca de 80% dos casos analisados mostram redução significativa da atividade enzimática e na qual quase todas as intoxicações agudas foram detectadas. Das quatro crianças submetidas aos testes, duas apresentaram alteração da atividade colinesterásica, no nível com possibilidade de intoxicação (atividade enzimática entre 50 e 75% do normal). Entre os rizicultores examinados (60 no total), 48,4% tinham probabilidade de ter sofrido intoxicação e 21,6% estavam com intoxicação aguda, segundo este indicador sangüíneo. A realização do exame de dosagem da colinesterase sangüínea ocorreu, em média, com 8 dias após a aplicação de agrotóxicos no arroz. A população pesquisada não desconhece os perigos dos agrotóxicos e metade afirma já ter sofrido alguma intoxicação (DARÉLLA & FURTADO, 2005).

Nesta pesquisa no Município de Sombrio, ficou evidente que o período de efeito residual dos agrotóxicos não é de conhecimento da maioria dos produtores, quando 57% dos rizicultores entrevistados afirmaram que entram na lavoura no mesmo dia da aplicação dos produtos e mais 33% retornam de 1 a 3 dias após a aplicação. Apenas 6% disseram que usam equipamentos completos de proteção individual quando aplicam agrotóxicos, enquanto 62% dizem somente usar botas. A pesquisa também concluiu que nas áreas de arroz, as pulverizações são realizadas principalmente por pessoas contratadas e pelos filhos homens, sob a alegação de que os produtos utilizados ocasionam problemas de saúde às pessoas (DARELLA, 2001).

## 2.5. A contribuição do agroecossistema arroz orgânico para uma agricultura sustentável

### 2.5.1. Os princípios da Agricultura Sustentável

O conceito de sustentabilidade aplica-se a sistemas integrados que compreendem seres humanos e o resto da natureza. As estruturas e operações dos componentes humanos (sociedade, economia, lei, etc.) devem ser tais que reforcem a persistência das estruturas e operação do componente natural, como conexões tróficas do ecossistema, biodiversidade, ciclos biogeoquímicos etc. (CABEZAS et al., 2003).

Em resenha concebida a partir das conferências e informes internacionais sobre meio ambiente, Foladori & Tommasino (2000) fazem uma análise da evolução do conceito de desenvolvimento sustentável nos últimos trinta anos. O principal argumento é que existem três eixos a partir dos quais podemos agrupar os diferentes enfoques. O primeiro restringe o conceito de desenvolvimento sustentável à sustentabilidade ecológica. O segundo, soma à sustentabilidade ecológica uma social, mas somente como ponte para a análise da sustentabilidade ecológica. Um terceiro eixo considera o desenvolvimento sustentável como a coevolução da sustentabilidade ecológica e social.

Para Sachs (2004), em última instância o desenvolvimento depende da cultura, na medida em que ele implica a invenção de um projeto. Este não pode se limitar unicamente aos aspectos sociais e sua base econômica, ignorando as relações complexas entre o porvir das sociedades humanas e a evolução da biosfera; na realidade, estamos na presença de uma co-evolução entre dois sistemas que se regem por escalas de tempo e escalas espaciais distintas. A sustentabilidade no tempo das civilizações humanas vai depender da sua capacidade de se submeter aos preceitos de prudência ecológica e de fazer um bom uso da natureza. É por isso que falamos em *desenvolvimento sustentável*. A rigor, a adjetivação deveria ser desdobrada em socialmente *includente*, ambientalmente *sustentável* e economicamente *sustentado* no tempo.

A discussão sobre agricultura sustentável deve ir além do que acontece dentro dos limites da unidade de produção individual. A produção agrícola é um

sistema mais amplo, com muitas partes interagindo entre si, incluindo componentes ambientais, econômicos e sociais. Existe uma teia de conexões que se espalha de cada agroecossistema para dentro da sociedade humana e ecossistemas naturais (GLIESSMAN, 2005).

Não é difícil escutar argumentos que mencionam a agricultura convencional, normalmente monocultivos com alto uso de insumos, como sistemas até certo ponto sustentáveis. Os argumentos se baseiam em que não só os níveis de produção têm se mantido, como também podem ter aumentado ao longo de vários anos de cultivo na mesma propriedade. Portanto, se diz que o sistema tem certo nível de equilíbrio dinâmico. Na realidade, o que acontece é que o sistema convencional é *sustentado*, não *sustentável* (grifo do autor). É sustentado por insumos provenientes de outros lugares e que se tem que usar para manter sua produtividade (GLIESSMAN et al., 2007).

Pretty (2006) constata que há poucos dados sobre externalidades agrícolas (custos ambientais e de saúde humana impostos pela agricultura a outros setores e interesses, porém não contabilizados pelo preço de mercado). A agricultura pode afetar negativamente o ambiente pelo uso excessivo de recursos naturais ou pelo seu uso como receptor de poluição. As externalidades negativas são uma das causas clássicas do fracasso de mercado pelo qual o poluidor não paga os preços totais das suas ações, e por isso esses preços são chamados preços externos. Novos dados sugerem que todos os tipos de sistemas agrícolas impõem algumas espécies de custo ambiental. É, por isso, impossível de desenhar um limite entre o que é ou não é sustentável. Se os preços externos são altos e podem ser reduzidos pela adoção de novas práticas e tecnologias, então tais procedimentos representam um movimento em direção à sustentabilidade. A sustentabilidade agrícola é assim, em parte, uma questão de julgamento, que à sua vez, depende dos métodos de comparação e bases escolhidas. Pode-se dizer que um sistema é mais sustentável que outro se as suas externalidades negativas são mais baixas. Os critérios monetários, entretanto, só capturam alguns valores de sistemas agrícolas e os recursos sobre os quais eles colidem e, portanto, as escolhas podem depender de perguntas mais abrangentes sobre a sustentabilidade de práticas de produção (na fazenda, em campo) e a sustentabilidade de paisagens inteiras, com suas interações entre habitats agrícolas e selvagens.

Apesar dos esforços teóricos, os produtores mudarão suas práticas em direção a sistemas mais sustentáveis só se existirem incentivos econômicos que justifiquem fazer tal mudança. Aqueles que adotam sistemas de produção que conservam recursos podem sofrer alguma perda de renda em curto prazo, durante a transição, mas em longo prazo o ganho financeiro da manutenção ou melhoria da produtividade da terra poder ser substancial (LAMPKIN, 1990, *apud* ALTIERI, 1998).

Realisticamente necessita-se de modelos de agricultura sustentável que combinem elementos de ambos os conhecimentos: o tradicional e o moderno científico. Vários aspectos destes sistemas tradicionais de conhecimento são importantes para os agroecólogos: o conhecimento sobre o meio ambiente físico; as taxonomias biológicas folclóricas (ou sistemas nativos de classificação); o conhecimento sobre práticas de produção; a natureza experimental do conhecimento tradicional. Os conhecimentos de grupos indígenas sobre solos, clima, vegetação e animais usualmente são traduzidos em estratégias multidimensionais de produção (por exemplo, ecossistemas diversificados com múltiplas espécies) e estas estratégias geram (dentro de certas limitantes técnicas e ecológicas) a auto-suficiência alimentar das famílias rurais numa região (ALTIERI, 1991).

No processo de transição da agricultura convencional para agricultura sustentável, de acordo com Gliessman (2005), podemos distinguir três níveis fundamentais no processo de transição ou conversão para agroecossistemas sustentáveis. O primeiro diz respeito ao incremento da eficiência das práticas convencionais para reduzir o uso e consumo de entradas externas caras (“inputs”), escassas e daninhas ao meio ambiente. O segundo nível da transição se refere à substituição de “inputs” e práticas convencionais por práticas alternativas. A meta seria a substituição de insumos e práticas intensivas em capital e depredadora do meio ambiente por outras práticas mais benignas, sob o ponto de vista ecológico. O terceiro e mais complexo nível da transição, é representado pelo redesenho dos agroecossistemas, para que estes funcionem com base em um novo conjunto de processos ecológicos. Nesse caso se buscaria eliminar as causas daqueles problemas que não foram resolvidos nos dois níveis anteriores. Em termos de investigação, já foram feitos bons trabalhos em relação à transição do primeiro ao segundo nível, porém estão recém começando os trabalhos para a transição ao terceiro nível.

Na prática, segundo Martins (2000), o desenvolvimento sustentável não está dado, apesar da presença do ideário de sustentabilidade. Necessita ser construído sob dois grandes desafios: (a) diferenciar-se dos modelos insustentáveis, cinicamente travestidos de sustentabilidade, mas perpetuam e acentuam desigualdades sócio-econômicas e comprometem o meio ambiente; e (b) impor-se como um novo paradigma num mundo cada vez mais complexo e globalizado.

No Brasil há diversas correntes de práticas agrícolas abrigadas sob os princípios da agricultura sustentável, que tomaram vulto a partir dos anos 1970 como alternativos ao modelo de produção vigente à época, chamado “revolução verde”. Tais correntes permitiram vislumbrar uma nova forma de produzir, tendo como centralidade o preceito de “produzir mais com menos”, de forma amigável com a natureza, repartindo a riqueza gerada, e tendo como base a justiça social. Esta “outra agricultura” ficou conhecida como “agricultura alternativa” (alternativa ao modelo da revolução verde), derivando-se a partir de então em outras correntes denominadas de agricultura biológica, agricultura biodinâmica, natural, orgânica, agroecológica, etc. (MARTINS, 2006). Este mesmo autor observa ainda que mais recentemente a expressão “agroecologia” tem se popularizado também como sinônimo de práticas agrícolas à exemplo das anteriormente citadas, preocupada com a sustentabilidade da agricultura nas suas distintas dimensões: social, econômica, cultural, ambiental, etc. Observa ainda que, entretanto, é fundamental destacar o papel que a Agroecologia vem assumindo no Brasil, especialmente na última década, como um novo campo de conhecimento, alicerçado num conjunto de saberes acadêmicos e não acadêmicos, dos quais emerge uma nova ciência. Assim, a Agroecologia tem se apresentado como uma ciência em construção, resultante do esforço individual e coletivo oriundo da universidade, órgãos de pesquisa e extensão, e organizações sociais. Esta concepção de Agroecologia, como ciência e não como prática agrícola, redundou na criação da Associação Brasileira de Agroecologia (ABA-Agroecologia), e está presente nas ações da Articulação Nacional de Agroecologia (ANA). Ela vem se consolidando nas políticas públicas, com reflexos importantes nas estratégias de ação das organizações públicas e privadas, a exemplo do Marco Referencial sobre Agroecologia da EMBRAPA.

Como base epistemológica desta ciência, identifica-se as observações de vários autores. Altieri (1998) aponta que a Agroecologia reconhece o valor dos antigos e tradicionais sistemas e técnicas de agricultura com o intuito de recuperar, analisar e usar esta sabedoria na elaboração de novos modelos de agricultura. A Agroecologia considera a fazenda como um organismo rural, no qual áreas preservadas, animais e vegetais interagem para construir um sistema diversificado, organizado para ser sustentável. Para Caporal & Costabeber (2002), a Agroecologia considera a propriedade rural como um ecossistema e respeita a incorporação do conhecimento local/tradicional que tem mostrado eficiência e sustentabilidade em longo prazo. E interage com outras disciplinas científicas para entender a complexidade dos diferentes fatores que interferem no sistema agrícola.

Neste sentido a idéia de sistema de produção dá lugar ao “agroecossistema” como unidade de análise, planejamento e intervenção, e que deve ser olhado no seu conjunto. Esta definição é qualitativa e quantitativamente diferente da visão estreita da agricultura que se foca, quase que unicamente, no desenvolvimento de práticas ou tecnologias desenhadas para incrementar os rendimentos e melhorar as margens de benefício econômico. Em longo prazo, as tecnologias convencionais têm pouca esperança de contribuir com a sustentabilidade do sistema, já que causam impactos complexos sobre o sistema agrícola, em sua totalidade. Um fundamento básico da Agroecologia é o conceito de ecossistema (ODUM, 1996; *apud* GLIESSMAN et al., 2007),

*[...] Definido como sistema funcional de relações complementares entre os organismos vivos e seu ambiente, delimitado por fronteiras definidas arbitrariamente, em um tempo e espaço que parece manter um estado de equilíbrio, porém também dinâmico.*

Um agroecossistema se cria quando a manipulação humana e a alteração de um ecossistema acontecem com o propósito de estabelecer a produção agrícola, introduzindo várias mudanças na estrutura e função do ecossistema natural e, como conseqüências, mudam certas qualidades-chave, em nível do sistema. Estas novas qualidades se reconhecem como emergentes ou propriedades do sistema, que se manifestam quando todos os componentes estiverem organizados; também podem servir como indicadores de sustentabilidade do sistema (GLIESSMAN, 2005). Para se alcançar a sustentabilidade de um sistema agrícola é preciso reintroduzir as



diversas estruturas e relações entre as espécies que permitam o funcionamento do controle natural e os mecanismos de regulação de suas populações. Quando este sistema agrícola atinge maturidade, a riqueza de espécies permite um alto grau de resistência a perturbações ambientais, possuindo alta resiliência para perturbações de alto potencial de danos (GLIESSMAN et al., 2007).

Mencionando cinco atributos básicos, a saber, produtividade, estabilidade, confiabilidade, elasticidade (resiliência) e adaptabilidade, López Ridaura (2005) estabelece uma definição operacional de sistemas sustentáveis. Para ele, derivar indicadores para avaliação de sustentabilidade e para medir o grau em que um sistema é considerado sustentável dependerá de suas capacidades de produzir, num estado de equilíbrio estável, uma combinação específica de mercadorias e serviços que satisfaz um conjunto de metas (o sistema é produtivo), sem degradar sua base de recursos (o sistema é estável), mesmo quando parece “normal” (o sistema é de confiança) que ocorram variações “extremas” e “bruscas” (o sistema é elástico/resiliente) ou “permanentes” (o sistema é adaptável) no próprio funcionar, no seu ambiente ou sistemas coexistentes.

Os termos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, segundo López Ridaura (2005), podem ser encontrados hoje em quase todas as missões e agendas de todos os tipos de instituições de pesquisas e desenvolvimento e grupos de interessados envolvidos em NRMS (Natural Resource Management Systems), ou seja, em Sistemas de Gestão de Recursos Naturais. Atualmente, todos se abrigam sob este imenso guarda-chuva chamado *desenvolvimento sustentável* (grifo do autor) e, em seu nome, continuam agindo na direção nitidamente contrária. Nestas ações, incluídas no âmbito público ou privado, estão aquelas que potencializam o consumo desenfreado e concentram renda e riqueza, mesmo que comprometa a natureza e provoque a exclusão social (MARTINS, 2000). Na opinião de López Ridaura (2005), muitas vezes estes termos funcionam como clichês e palavras-chave (buzzwords) de levantamento de fundos.

Se a sustentabilidade tornar-se um novo paradigma, o conjunto de tais pressupostos estabelece um ciclo virtuoso capaz de gerar desenvolvimento e autonomia regional, com nova concepção de conteúdo e forma, sempre e quando for capaz de assegurar: (a) participação efetiva dos atores envolvidos em todas as fases do processo (agricultores e pesquisadores); (b) interação entre as partes

envolvidas (ações interdisciplinares); (c) equilíbrio entre as distintas dimensões do desenvolvimento; (d) participação do Estado como indutor do processo (construção de novas parcerias); (e) criação de uma consciência do pensar globalmente e do agir localmente. Deste modo, será efetiva a interação entre as organizações públicas e privadas na gestão de recursos para políticas públicas visando à autonomia regional e a construção do desenvolvimento com base nos princípios da sustentabilidade (MARTINS, 2000).

### **2.5.2. Aspectos multidimensionais da sustentabilidade**

Partindo-se da noção de sustentabilidade em perspectiva multidimensional (CAPORAL E COSTABEBER, 2002), autores como Guzmán Casado et al. (2000) destacam três dimensões: a) ecológica e técnico-agronômica; b) socioeconômica e cultural; e c) sócio-política. Estas dimensões não são isoladas. Na realidade concreta elas se influem uma à outra e interagem constantemente. Para estudá-las, entendê-las e propor alternativas mais sustentáveis supõe, necessariamente, uma abordagem inter, multi e transdisciplinar; por esta razão os agroecólogos lançam mão de ensinamentos presentes no saber popular, mas também de conhecimentos gerados no âmbito da Física, da Economia Ecológica e Ecologia Política, da Agronomia, da Ecologia, da Biologia, da Educação e Comunicação, da História, da Antropologia e da Sociologia, para ficarmos apenas em alguns exemplos que orientam esta reflexão (CAPORAL et al., 2006).

A insistência num foco puramente tecnológico, ainda que as tecnologias promovidas sejam “sustentáveis”, não promoverá reconhecimento claro dos problemas fundamentais que mantêm a agricultura não sustentável em primeiro lugar (ALTIERI, 1989). Desde a Agroecologia, a sustentabilidade deve ser vista, estudada e proposta como sendo uma busca permanente de novos pontos de equilíbrio entre diferentes dimensões, que podem ser conflitivas entre si, em realidades concretas. Nesta ótica, a sustentabilidade pode ser definida simplesmente como a capacidade de um agroecossistema manter-se socioambientalmente produtivo ao longo do tempo. Portanto, a sustentabilidade em agroecossistemas (ou, se preferirmos, em etnoecossistemas, para incluir a

dimensão das culturas humanas no manejo dos ecossistemas agrícolas), é algo relativo que pode ser medido somente ex-post (CAPORAL & COSTABEBER, 2002).

Embora o panorama geral seja muito preocupante, as evidências são cada vez maiores que fatores culturais exercitam um impacto considerável nas atitudes públicas e comportamentos em relação ao ambiente. Em muitas culturas, mudanças fundamentais de valor evocaram crescente interesse da opinião pública para fazer sacrifícios e executar ações para ajudar a proteger o ambiente. Mudança cultural gradual, associada com prosperidade crescente e segurança material, gerou públicos altamente sensíveis a problemas ambientais. As pesquisas, em muitas sociedades modernas pós-industriais, delineiam que as pessoas colocam maior ênfase nos valores básicos de liberdade pessoal, desenvolvimento pessoal, e responsabilidade pessoal. Esta maquiagem motivacional variável, resumida no termo “individualização”, influenciou fortemente atividades humanas (ESTER et al., 2004). Para Floriani (2003), estas crises sócio-ambientais modernas trazem a marca das sociedades de risco, contestando uma série de valores até então pouco questionados: o progresso, a utilização desenfreada dos recursos naturais, o crescimento econômico continuado, o aumento progressivo do consumo material de algumas sociedades afluentes, em detrimento da imensa maioria do planeta, o agravamento de situações de epidemia, de fome, de guerras, de escassez de água, de desmatamento irrefreável, de mudanças climáticas, de violência urbana, de drogadicção e conseqüente anomia social.

### **2.5.3. Aspectos da agricultura orgânica no Brasil e SC**

#### **2.5.3.1. Questões normativas**

A legislação brasileira que disciplina a produção de orgânicos é composta pela Instrução Normativa nº. 07, de 17 de maio de 1999, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e alterada pela Instrução Normativa Nº. 16, de 11 de junho de 2004, que normatizam a produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade de produtos orgânicos, sejam eles de origem animal ou vegetal (BRASIL, 2008).

Também compõe a legislação específica a Lei Nº. 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre agricultura orgânica (ainda não inteiramente regulamentada) e que assim conceitua o sistema orgânico de produção agropecuária (BRASIL, 2008):

*Art. 1º. Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.*

*§ 2º O conceito de sistema orgânico de produção agropecuária e industrial abrange os denominados: ecológico, biodinâmico, natural, regenerativo, biológico, agroecológicos, permacultura e outros que atendam os princípios estabelecidos por esta Lei.*

*O item 2.3. do anexo da Lei Nº. 10.831 (BRASIL, 2008), regulamentada pelo Decreto Nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007 define os procedimentos da produção orgânica de origem vegetal em relação aos recursos naturais (solo, água e plantas): tanto a fertilidade como a atividade biológica do solo e a qualidade das águas, deverão ser mantidas e incrementadas, mediante entre outras, as seguintes condutas:*

- a) proteção ambiental;*
- b) manutenção e preservação de nascentes e mananciais hídricos;*
- c) respeito e proteção à biodiversidade;*
- d) sucessão animal-vegetal;*
- e) rotação e/ou associação de culturas;*
- f) cultivo mínimo;*
- g) sustentabilidade e incremento da matéria orgânica no solo;*
- h) manejo da matéria orgânica;*
- i) utilização de quebra-ventos;*
- j) sistemas agroflorestais; e*
- k) “manejo ecológico das pastagens”.*

*2.3.1. O manejo de pragas, doenças e de plantas invasoras deverá se realizar mediante a adoção de uma ou várias condutas, de acordo com os Anexos II e III, desta Instrução, que possibilitem:*

- a) incremento da biodiversidade no sistema produtivo;*
- b) seleção de espécies, variedades e cultivares resistentes;*
- c) emprego de cobertura vegetal, viva ou morta, no solo;*
- d) meios mecânicos de controle;*
- e) rotação de culturas;*
- f) alelopatia;*
- g) controle biológico (excetuando-se OGM / transgênicos);*
- h) integração animal-vegetal; e*

*i) outras medidas mencionadas nos Anexos II e III da presente Instrução.*

*2.3.1.1. É vedado o uso de agrotóxico sintético seja para combate ou prevenção, inclusive, na armazenagem.*

*2.3.1.2. A utilização de medida não orgânica para garantir a produção ou a armazenagem, desqualifica o produto para efeito de certificação, de acordo com o subitem 2.1 da presente Instrução.*

Nota-se que a lei generaliza o conceito de agricultura orgânica, englobando as mais diferentes correntes de produção em prol de uma agricultura mais amigável com o entorno natural, e que desde os anos 60 vem sendo preconizada no Brasil, sob diferentes denominações: alternativa, orgânica, natural, biológica, biodinâmica, etc.. Estas correntes não são meras adjetivações; estão assentadas em princípios e valores éticos, filosóficos, e compromissos, de modo a atender necessidades existenciais e axiológicas, conforme apontam Manfred Max-Neef, Amartya Sen, entre outros. Se por um lado, todas argumentam sua importância para a sustentabilidade da agricultura, por outro nem sempre são totalmente convergentes e possuem características próprias que suscitam até mesmo antagonismos nem sempre conciliáveis.

### **2.5.3.2. Potencialidades do mercado e contradições**

Embora todas as ações que facilitem maior equilíbrio ambiental sejam válidas, tem ocorrido uma profunda confusão por parte de vários setores da sociedade, quando do uso do termo Agroecologia e sistemas de produção orgânica. Em muitos casos este fato tem prejudicado o entendimento da Agroecologia como ciência e distorcido as interpretações conceituais. Conforme citado anteriormente, Agroecologia é uma ciência que pressupõe um novo enfoque teórico e metodológico para apoiar a transição dos atuais modelos de desenvolvimento rural e agrícola convencionais baseados no intenso uso de agroquímicos e na degradação ambiental, entre outras inúmeras conseqüências nefastas, para estilos de desenvolvimento de desenvolvimento rural e de agricultura sustentáveis (CAPORAL & COSTABEBER, 2002). Para estes autores,

*Não raro, tem-se confundido a Agroecologia com um modelo de agricultura, com a adoção de determinadas práticas ou tecnologias agrícolas e até com a oferta de produtos "limpos" ou ecológicos, em oposição a aqueles característicos da Revolução Verde. Exemplificando, é cada vez mais comum ouvirmos frases equivocadas do tipo: "existe mercado para a Agroecologia"; "a Agroecologia produz tanto quanto a agricultura convencional"; "a Agroecologia é menos rentável que a agricultura convencional"; "a Agroecologia é um novo modelo tecnológico".*

Segundo Tagliari (2003), os principais canais de comercialização para os produtos orgânicos situam-se nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Dados do International Federation of Organic Agriculture Movements (BRASIL, 2008) apontam que no Brasil são cultivados 880.000 hectares com sistemas orgânicos, envolvendo aproximadamente 18.000 produtores, e com 60% do volume de produção exportado na maior parte para a América do Norte, Europa e Japão. A comercialização no mercado interno é operacionalizada em supermercados (45%), feiras (26%) e lojas especializadas (12%). O comércio de produtos orgânicos no Brasil gira em torno de R\$ 500 milhões anuais, com um crescimento de 20%/ano. Estes dados são encorajadores para o setor agrícola, notadamente para a agricultura familiar brasileira, mas também preocupantes, pois não se sabe ao certo se a população está se beneficiando das vantagens de se alimentar com produtos mais saudáveis e ecologicamente amigáveis. Tem-se notado o aproveitamento das oportunidades de um mercado promissor e crescente, em níveis expressivos, pelas grandes empresas e produtores do chamado agronegócio brasileiro, sem garantia de que os princípios da Agroecologia tais como equidade, solidariedade e cooperação, estejam preservados. Há que se pensar também nos altos custos da certificação (selos exigidos pelos compradores internacionais, principalmente), que afastam deste setor de produtos agrícolas milhares de produtores familiares incapazes de suprir as exigências apresentadas. Em muitos casos, esta chamada agricultura orgânica pode estar apenas substituindo insumos industriais por outros ditos "ecológicos", porém mantendo a monocultura, contrária aos princípios da agrobiodiversidade como um dos pilares de agroecossistemas sustentáveis.

### 2.5.4. Santa Catarina e o contexto da Agricultura Familiar

No Estado de Santa Catarina, caracterizado por uma estrutura fundiária de agricultura familiar, a proporção de propriedades com até 200 ha chega a 98,12% dos estabelecimentos agrícolas (Tabela 5). Sendo um estado diferenciado neste aspecto, a agricultura orgânica encontra condições bastante favoráveis ao seu desenvolvimento, já que 91,62% dos produtores são proprietários das terras que cultivam (Tabela 6). Somando-se o número de estabelecimentos agrícolas com área de até 4 módulos fiscais (varia de 7 a 24 ha), limite que melhor define o entendimento do que seja uma pequena propriedade em Santa Catarina, 92,97% se enquadra nesta categoria (SANTA CATARINA, 2005).

**Tabela 5:** Santa Catarina - Nº de estabelecimentos agrícolas e categoria de área

Categorias de área	Nº de estabelecimentos	Participação (%)
Menos de 10 ha	55.321	29,57
10 a menos de 20 ha	59.293	31,70
20 a menos de 50 ha	52.721	28,18
50 a menos de 100 ha	11.907	6,37
100 a menos de 200 ha	4.292	2,30
200 a menos de 500 ha	2.363	1,26
500 a menos de 1000 ha	789	0,42
1000 ha ou mais	375	0,20
<b>TOTAL</b>	<b>187.061</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Santa Catarina, 2005. Levantamento Agropecuário de Santa Catarina.

Nota-se que a situação de posse das terras no Estado de Santa Catarina tem se mantido semelhante ao longo das últimas quatro décadas, mostrando estabilidade, apesar das mudanças que aconteceram na economia brasileira neste período. Aproximando-se o foco de visão para a bacia do Araranguá, nota-se que a proporção de estabelecimentos agrícolas de até 50 ha alcança 93,23% do total desta região (Tabela 7), formada parcialmente pelas regiões político-administrativas de Araranguá e Criciúma. Situação semelhante é encontrada no Município de Ermo/SC, em que este valor atinge 94,0%, conforme mostra a Tabela 8 (SANTA CATARINA, 2005).

**Tabela 6:** Santa Catarina - Proporção da área dos estabelecimentos, segundo a condição do produtor (%)

Condição de posse	1975	1985	1995	2003
Proprietários	92,2	90,2	92,4	91,62
Arrendatários	2,2	4,0	3,2	4,81
Parceiros	1,9	2,2	1,2	1,07
Ocupantes	3,7	3,6	3,2	2,50

Fonte: Censos Agropecuários de 1975, 1985 e 1995. Santa Catarina, 2005 (Levantamento Agropecuário de Santa Catarina).

**Tabela 7:** Santa Catarina - Secretarias de Desenvolvimento Regional de Araranguá e Criciúma - Nº de estabelecimentos agrícolas e categoria de área

Categorias de área	Nº de estabelecimentos	Participação (%)
Menos de 10 há	6.171	40,25
10 a menos de 20 ha	4.196	27,37
20 a menos de 50 ha	3.926	25,61
50 a menos de 100 ha	824	5,38
100 a menos de 200 ha	151	0,99
200 a menos de 500 ha	42	0,27
500 a menos de 1000 ha	16	0,10
1000 ha ou mais	5	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>15.331</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Santa Catarina, 2005. Levantamento Agropecuário de Santa Catarina.

**Tabela 8:** Tamanho das propriedades rurais do Município de Ermo - SC.

Tamanho das propriedades	Nº de propriedades	% Sobre o total
Até 10 há	131	52,60
De 10 a menos de 20 ha	56	22,5
De 20 a menos de 50 ha	47	18,9
De 50 a menos de 100 ha	11	4,4
De 100 a menos de 200 ha	4	1,6
<b>TOTAL</b>	<b>249</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Santa Catarina, 2005. Levantamento Agropecuário de Santa Catarina.

A produção orgânica de alimentos exige, via de regra, maior intensidade no uso de mão-de-obra e cuidados especiais de manejo, principalmente em relação ao



manejo de pragas, doenças e invasoras. Exige, portanto, acompanhamento rotineiro e que aproveite toda a experiência acumulada pelos familiares na construção do conhecimento prático das atividades agrícolas. Conseqüentemente, a bacia e o Município de Ermo têm vantagens comparativas neste parâmetro. A predominância da agricultura familiar em propriedades de pequeno porte pode se tornar um fator importante para a superação de vários pontos sensíveis da produção orgânica de alimentos, vindo a ocupar espaços em um setor que tem crescido a taxas anuais de 10 a 20% no mundo, de 20 a 30% na Europa (HAMERSCHMIDT, 2005). Os proprietários de terras com características familiares têm a perspectiva da perenidade de uso do solo, para si e para seus descendentes. Por isso cuidam, procuram realizar as correções de fertilidade necessárias (calagem, adubação, práticas de conservação do solo etc.) e desenvolvem as atividades com dedicação. Normalmente agricultores arrendatários ou parceiros não observam o mesmo cuidado no trato do solo, pois raramente têm a perspectiva de longo prazo no seu horizonte futuro.

#### **2.5.5. A produção de arroz orgânico em Santa Catarina**

Em levantamento realizado em 2002, com dados do ano de 2001 (Tabela 9), pelo Instituto CEPA/SC, a produção orgânica no Estado de Santa Catarina foi a seguinte (OLTRAMARI et al., 2002):

Neste levantamento da safra 2001, a produção de arroz irrigado em Santa Catarina foi de 123.350 kg, realizada por 7 produtores.

Em levantamento efetivado no sul do Estado de Santa Catarina, com ano base 2007, abrangendo as bacias dos rios Tubarão, Urussanga, Araranguá e Mampituba, encontrou 10 propriedades dedicadas a cultura de arroz orgânico, com produção de 171.950 kg (EPAGRI, 2008).

Rosso (2008) estima a área de arroz orgânico na bacia do Araranguá em 112 ha, cultivados na safra 2007/08.

**Tabela 9:** Santa Catarina - Propriedades com produção orgânica e área, segundo as regiões -2001.

Regiões	Propriedades com produção orgânica	Área destinada à agricultura orgânica (ha)
Oeste	307	2.507,49
Norte	104	880,20
Serrana	46	920,00
Grande Florianópolis	58	587,64
Sul	113	634,36
Vale do Itajaí	78	392,55
Santa Catarina	706	5.922,24

Fonte: Oltramari et al., 2002.

## 2.6. Sistemas de produção orgânica de arroz

### 2.6.1. Aspectos da sustentabilidade socioambiental

O perfil do produtor é decisivo para uma rápida adoção de tecnologias apropriadas ao cultivo orgânico, podendo torná-lo competitivo em mercados locais e regionais. Adicionalmente, o produtor terá um ganho superior com menor custo de produção. Para que isto seja alcançado, o produtor deve possuir perfil empreendedor, entender que a tendência deste sistema é produzir, em média, metade do convencional e que haverá necessidade de receber um valor diferenciado para o produto orgânico, tornando-se uma oportunidade para o seu negócio familiar (MATTOS et al., 2003b).

Ao contrário do processo de co-evolução sociocultural e ecológico que vigorou ao longo de mais de 10.000 anos de agricultura, nos últimos 100 anos vem ocorrendo um crescente processo de artificialização da natureza. Esta mudança é comandada pela adoção maciça de tecnologias industriais, rompendo a dinâmica de manutenção dos equilíbrios ecológicos em favor de uma vigorosa busca de maior produtividade física, em detrimento da longevidade dos sistemas de produção agrícola (ODUM, 1986 *apud* CAPORAL & COSTABEBER, 2003). O modelo convencional de desenvolvimento agrícola levou a uma debilidade crescente na relação entre as populações rurais e seus territórios, entre a produção de alimentos e as

necessidades básicas das populações. No limite desse processo de erosão sociocultural, agricultores e sociedade em geral passaram a ter uma dieta menos diversificada, a consumir alimentos contaminados por agrotóxicos e com menor qualidade biológica. Inclusive no meio rural a insegurança alimentar de muitas famílias de agricultores está presente e se expressa numa crescente dependência aos mercados para a aquisição de alimentos básicos, o que também tem como causa a redução da diversificação da produção (CAPORAL & COSTABEBER, 2003).

Um bom número de estudos indica que a produção orgânica geralmente exige mais trabalho (mão-de-obra) que produção convencional, mas tais necessidades podem ser mantidas em um mínimo se a capina manual ou catação manual de insetos não for usada. O trabalho exigido para cultivar organicamente é uma limitação importante à expansão de algumas fazendas orgânicas e um impedimento importante para fazendeiros convencionais que, talvez, considerem a hipótese de mudar para métodos orgânicos de produção (ALTIERI, 1998).

Um dos pontos negativos do agroecossistema arroz orgânico reside no aumento da liberação de metano para a atmosfera quando comparado com cultivo convencional. O Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz nas Filipinas realizou pesquisa sobre a emissão de metano e concentrações no solo, durante quatro estações de cultivo, em parcelas que receberam níveis diferentes da adubação orgânica. Houve muita variabilidade entre estações, mas os fluxos totais de parcelas que receberam altas doses de adubos orgânicos (emissão de 16 a 24 g CH<sub>4</sub> / m<sup>2</sup>) sempre excediam aqueles das parcelas de baixas doses (emissão de 3 a 9 g CH<sub>4</sub> / m<sup>2</sup>). Os períodos de altas concentrações de metano no solo coincidiram com altas taxas do fluxo superficial de água, ao passo que as concentrações baixas do metano se associaram geralmente com taxas de fluxo baixas (WASSMANN et al., 1996). Esta última conclusão do trabalho nos remete novamente a pesquisar e incentivar manejos de irrigação com menor fluxo de água, contribuindo com a redução na emissão de metano das lavouras de arroz.

### **2.6.2. Aspectos de fertilização**

Redução e especialmente a eliminação do uso de agroquímicos requerem grandes mudanças no manejo para assegurar a adequada nutrição das plantas e o

controle de insetos praga. Como era feito há muitas décadas, fontes alternativas de nutrientes podem manter a fertilidade do solo, incluindo adubação verde, resíduos orgânicos e plantas leguminosas em rotação. Os benefícios de uma boa rotação resultam na fixação biológica de nitrogênio e na interrupção do ciclo de invasoras, doenças e insetos (ALTIERI, 1998).

No cultivo alternativo de arroz, no sistema de cultivo orgânico, agroecológico e de baixas entradas (“Low Input”), a fertilização pode ser feita com resíduos animais de aves (2000 a 5000 kg/ha) ou de suínos (2000 a 3000 kg/ha) através da adição do esterco ao solo durante a preparação, no processo de incorporação dos restos culturais da safra anterior. Também pode ser adicionado fosfato de rocha de acordo com indicação da análise de solo (MUNIZ et al., 2003). A adubação do arroz irrigado feita com esterco tem gerado os mais contundentes questionamentos: quais as conseqüências ambientais do uso difuso desta fertilização? Quais os aspectos mais críticos para a qualidade hídrica dos corpos hídricos receptores? Os resultados deste estudo de caso e as respostas para estas questões são apresentados nos itens 4.1.4 e 4.4.1 desta dissertação.

### **2.6.3. Controle de insetos-praga, doenças e invasoras**

A gestão de insetos-praga na agricultura orgânica foi extensivamente revista por Zender et al., em 2007. A estrutura daquela revisão usou o sistema de classificação de quatro fases propostas em 2005 por Wyss et al., para se aproximar de uma adequada gestão de pragas para uso em agricultura orgânica. A primeira fase das abordagens envolve ótima seleção de local e de variedade vegetal e espaçamento de plantas. Estes procedimentos devem ser todos implementados um pouco antes do estabelecimento e contribuem à elasticidade subsequente da cultura para ataque de pestes. A segunda fase manipula a vegetação em torno da cultura e suprime os efeitos das pragas (i) diretamente, interrompendo a capacidade das pragas de localizar produção de hospedeiro e (ii) indiretamente, realçando a atividade dos predadores e parasitóides de pragas. Essas aproximações podem ser implementadas depois das primeiras fases das estratégias, isto é, especialmente importante quando os sistemas perenes precisam de proteção adicional. A terceira fase implica na criação em massa de agentes vivos e

lançamento na lavoura para controlar a praga durante um período breve ou extenso. A quarta fase das estratégias implica na aplicação de entradas admissíveis de origem biológica ou mineral que podem atuar diretamente contra a praga, de uma maneira tóxica, interrompendo o acoplamento ou inibindo a sua colonização na cultura. Na segunda fase do método, podem ser introduzidas várias culturas em consórcio, para suprimir a atividade das pragas, pela complexificação do ambiente (GURR, 2006). Estes procedimentos são importantes, numa fase preliminar, mas para Altieri & Nicholls (2007) somente um redesenho dos agroecossistemas pode, em médio e longo prazo, garantir a biodiversidade e o equilíbrio necessário para que o próprio agroecossistema utilize as soluções estabelecidas no próprio operar. Estas mudanças passam por diversidade nos cultivos, cobertura e reposição e/ou manutenção da matéria orgânica do solo, preservação de refúgios silvestres e outras alternativas que caminhem no sentido da complexidade ecológica.

Para testar as vantagens desta complexidade ecológica, Settle et al. (1996) empreenderam um estudo da ecologia de comunidades de campos de arroz tropical irrigado, em Java, Indonésia. Os resultados mostraram que as altas populações de predadores generalistas, provavelmente apoiadas na primeira estação, alimentam-se com populações abundantes de insetos que se nutrem de detritos e de plâncton. Supondo que a esta abundância da presa alternativa dá aos predadores "uma partida inicial vantajosa" em relação a populações de pragas que se desenvolvem mais tarde, este processo deve suprimir fortemente insetos-praga que geralmente emprestam a estabilidade ao ecossistema de arroz, reduzindo as populações de predadores de uma dependência estrita de populações de herbívoros. Ficou provado que a elevação da matéria orgânica em parcelas do teste resultou em aumento de populações do primeiro grupo, e aumentou significativamente a abundância de predadores generalistas. Esses resultados se mantiveram para populações encontradas na cultura, tanto na superfície da água como abaixo da superfície da água. Também ficou evidente a conexão entre populações de inimigos naturais da primeira temporada e populações de pragas de temporadas posteriores, por reduzir experimentalmente as populações de predadores da primeira temporada com aplicações de inseticida, facilitando nova evolução da população de pragas na próxima estação. Além de tudo, esses resultados demonstraram a existência de um mecanismo em sistemas de arroz irrigado tropical que apóia altos

níveis do controle biológico natural. Os resultados apóiam uma estratégia de gestão que promove a conservação do controle biológico natural existente, principalmente por uma redução do uso de inseticida, e o aumento correspondente na heterogeneidade do hábitat.

Em uma pesquisa executada no Sri Lanka para documentar a biodiversidade total associada com o agroecossistema arroz irrigado, usando uma combinação de técnicas experimentais, foram registrados grupos diferentes de fauna e flora. O número total de biota registrado e identificado do ecossistema de campo de arroz durante o período de estudo inteiro compôs-se de 494 espécies de invertebrados, pertencente a 10 filos e 103 espécies de vertebrados, enquanto a flora incluiu 89 espécies de macrófitas, 39 gêneros de micrófitas e 3 espécies de macrofungos. Os artrópodes dominaram o grupo de invertebrados (405 espécies), do qual 55 espécies eram insetos-praga de arroz, e 200 espécies eram inimigos naturais de insetos-praga. Esta pesquisa confirma a validade de esforços que podem resultar na formulação de estratégias baseadas na biodiversidade como uma direção de organização na gestão sustentável do agroecossistema de campo de arroz (BAMBARADENIYA et al., 2004).

Para conduzir com sucesso a produção de arroz irrigado no sistema orgânico é fundamental a execução de um bom manejo cultural. Manejo cultural engloba qualquer procedimento ou prática agrícola que favoreça maior competitividade da cultura, principalmente na fase inicial do seu estabelecimento, destacando-se seleção de cultivares adaptadas à região de cultivo, uso da sistematização dos quadros de plantio, preparo adequado do solo, espaçamento e densidade de semeadura recomendados para cada cultivar e sistema de semeadura. Nesta linha de procedimentos, podemos incluir o controle biológico de insetos e invasoras com o uso de marrecos-de-pequim e a antecipação do início do preparo do solo, através de gradagens periódicas para reduzir o banco de sementes de plantas invasoras (SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO, 2005).

A água é fator importante para inibir a emergência de plantas daninhas gramíneas e dicotiledôneas na lavoura de arroz, devido à redução da disponibilidade de oxigênio necessário para a germinação de sementes, pela lâmina de água mantida sobre o solo (RAMIREZ et al., 1999).

Entre as invasoras que causam preocupação aos produtores está o arroz-vermelho. O sistema de cultivo em solo inundado, com sementes pré-germinadas, é uma alternativa importante para o controle desta invasora. Uma lâmina uniforme que proporcione completa e permanente inundação dos quadros durante o ciclo da cultura pode reduzir consideravelmente a população de plantas invasoras, especialmente na fase inicial de desenvolvimento da cultura (SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO, 2005). O arroz-vermelho pertence à mesma espécie do arroz cultivado (*Oryza sativa* L.), portanto apresenta maior dificuldade de controle químico (EBERHARDT, 1998). O sistema de plantio de arroz pré-germinado, com manejo contínuo da irrigação, oferece mais segurança no cultivo orgânico, embora a condução prática exija do agricultor uma vigilância permanente da lavoura, pois erros de manejo podem trazer grandes perdas de produtividade.

Espelhando-se no trabalho desenvolvido por Lemerle et al. com trigo para determinar o potencial para criar variedades com maior capacidade competitiva em relação às plantas invasoras (LEMERLE et al., 1996), semelhante potencial deve existir na planta de arroz.

Vale lembrar que uma das medidas preventivas mais eficientes no controle de plantas invasoras no cultivo do arroz é impedir a produção de sementes, já que na maioria delas, esse é o principal meio de reinfestação, sendo essencial efetuar o controle antes do florescimento. Outras medidas de controle são: limpeza dos equipamentos de uso agrícola, cuidados na movimentação e no manejo de animais de pastejo, limpeza dos canais de irrigação e drenagem, de linhas de cerca e de beiras de estradas (SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO, 2005).

O produtor orgânico precisa estar preparado para não buscar lavouras completamente limpas, mas visualizá-la como um sistema ecológico que tem uma diversidade de plantas onde a espécie dominante é o arroz e que a água é o fator principal de controle das invasoras, independente de ser o cultivo orgânico ou convencional (MATTOS et al., 2003b).

Num experimento em larga escala (3.000 hectares), abrangendo 15 comunidades na Província de Yunnan, China, avaliou-se 4 misturas de variedades de arroz (cultivadas em mistura) que reduziram substancialmente (94%) a severidade de ataque do fungo *Magnaporthe grisea* (bruzone). O resultado foi tão aparente que depois de 2 anos não foi mais necessário aplicação de fungicida e os

rendimentos de arroz nas misturas foi 89% maior que nos monocultivos (ZHU et al., 2000). Esta técnica de cultivo se mostra promissora para o arroz orgânico, já que reduz as probabilidades de ocorrência desta doença, que tem causado perdas consideráveis em algumas safras, em lavouras com apenas uma cultivar semeada.

Em resumo, os problemas com insetos-praga e doenças podem ser amenizados ou de convivência amigável com a implementação de medidas que busque maior biodiversidade do agroecossistema, facilitando a existência de inimigos naturais das pragas, maior equilíbrio nutricional do cultivo e coexistência com níveis suportáveis de invasoras, perseguindo metas de resiliência e estabilidade em médio e longo prazo.

#### **2.6.4. Dimensão econômica: produtividade, rentabilidade, balanço energético**

A mudança na tecnologia de produção do arroz irrigado foi inicialmente estimulada pelas indústrias beneficiadoras do grão e pelo pagamento de preço diferenciado pelo produto. Problemas com intoxicação por agrotóxicos, menor custo de produção, maior resistência na armazenagem e ausência de resíduos de agrotóxicos no produto são outros fatores que influenciaram a adoção da produção alternativa de arroz (MUNIZ et al., 2003).

Um importante e consistente trabalho de pesquisa, envolvendo avaliação de produtividade, renda e eficiência energética foi desenvolvido por Mendoza (2002). Três sistemas de cultivo foram estudados: Orgânico, LEISA (Low External Input Sustainable Agriculture, ou Agricultura Sustentável de Baixa Entrada Externa) e cultivo convencional. O trabalho incluiu análise de produtividade, rentabilidade econômica e eficiência energética. O primeiro estudo de caso foi feito em Infanta, Quezon (MENDOZA et al. 2001) enquanto o segundo foi feito em Baco, Mindoro Oriental (MENDOZA, 2002). Foram entrevistados 23 agricultores, sendo 10 de produção convencional, 7 de LEISA e 6 de produção orgânica. A pesquisa indicou que, naquelas condições, lavouras orgânicas foram 4,4 vezes mais eficientes em energia e LEISA foi 1,8 vezes mais eficiente em energia do que o arroz convencional. Lavouras orgânicas usaram apenas 37 % do uso de energia total das lavouras convencionais, enquanto LEISA usou 62,2 %. Os agricultores orgânicos



obtiveram 7 dólares por 1 dólar de gasto em dinheiro (retorno líquido sobre cada gasto em dinheiro), enquanto só 2 dólares por 1 dólar gasto na lavoura convencional. A proporção foi aproximadamente 5:1 dólar em LEISA (MENDOZA, 2002).

Embora não se faça o balanço energético nesta pesquisa, esta fundamentação teórica é relevante para que se deixe evidente a insuficiência dos indicadores econômicos aqui escolhidos para avaliar, em longo prazo, a sustentabilidade do agroecossistema arroz orgânico.

## **2.7. Análise da sustentabilidade em agroecossistemas**

### **2.7.1. Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**

Marques et al. (2003) fortalecem a importância da avaliação de sustentabilidade e destacam que deve ser tomado como ponto básico do estudo o agroecossistema. Sarandón (2002) comenta que muito tem sido discutido sobre sustentabilidade e atualmente é um termo aceito amplamente, mas pouco tem sido feito para operacionalizá-lo e pouco é traduzido para uma situação aplicável na prática.

Desde a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro em 1992, conhecida como Eco-92, vários esforços internacionais tiveram início para definir indicadores que possibilitem o monitoramento do estado de sustentabilidade, atendendo uma recomendação da Agenda 21, o documento final aprovado nesta conferência (MATOS FILHO, 2004). A partir de então podemos observar que alguns grupos têm realizado esforços para estudar diversas ferramentas com o objetivo de integrar informações sobre sustentabilidade, nas mais diversas dimensões. Na tentativa de operacionalizar o conceito de sustentabilidade, foram desenvolvidas diversas estruturas metodológicas, como o Programa Sostenibilidad de la Agricultura y los Recursos Naturales: bases para establecer indicadores, a FESLM - “Framework for Evaluation of Sustainable Land Management”, a PSR - “Pressure-State-Response”, e o método “Reflective e Participative Mapping of Sustainability”, o método IDEA - Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles, Análise Emergética, entre outras iniciativas. Porém os enfoques e métodos existentes respondem apenas

parcialmente as perguntas sobre o estado de sustentabilidade. A maioria dos esforços têm se concentrado na elaboração de listas de indicadores, assim como na elaboração de índices. Também existem marcos metodológicos para a derivação de critérios ou indicadores para a avaliação de sustentabilidade, mas, em geral, não têm sido aplicados sistematicamente em estudos de caso, contêm alguns vazios metodológicos para a integração e análises dos resultados e estão dirigidos para sistemas de manejo específicos, principalmente florestais ou agrícolas (ASTIER, 2004). Segundo Pretty (2006), a agricultura orgânica, mesmo apresentando menor produtividade, apresenta outras vantagens na dimensão ecológica que normalmente não são computadas. Por isso, o enfoque de pesquisa utilizado não pode ser reducionista.

Os atributos de sustentabilidade considerados para avaliar a situação de um agroecossistema podem mudar de termo ou ordem, mas são comuns a diversos autores (CAMINO & MÜLLER, 1993, LÓPEZ-RIDAURA et al., 2000; ALTIERI & NICHOLLS, 2008).

De maneira geral, os atributos fazem referência à capacidade de suporte do ambiente como mostra a representação na figura 4.

**Produtividade:** é a capacidade de um agroecossistema gerar o nível desejado de bens e serviços por unidade de insumo. Representa o valor de atributos como rendimentos ou ganhos em um tempo específico. Em agroecossistemas as análises clássicas se referem prioritariamente à quantidade de produto por unidade de área (kg/ha).

**Resiliência:** entendida como a capacidade de um ecossistema retornar à capacidade de manutenção das condições de vida de populações e espécies após a ocorrência de perturbações graves. A medida da resiliência se dá pela observação da tendência de produtividade em longo prazo. Ela pode ser observada na capacidade de restabelecer o equilíbrio econômico de uma unidade produtiva após a queda drástica do preço de um produto importante.

**Confiabilidade:** é a capacidade do sistema em manter os benefícios desejados em níveis próximos do equilíbrio, reagindo a perturbações normais do ambiente sem grandes flutuações na produtividade.

**Estabilidade ou Homeostase:** representa o equilíbrio dinâmico dos ecossistemas ao longo do tempo, onde após as perturbações sofridas sucede-se uma

retroalimentação capaz de restabelecer o equilíbrio funcional do sistema. É uma busca de constância de produtividade em longo prazo.

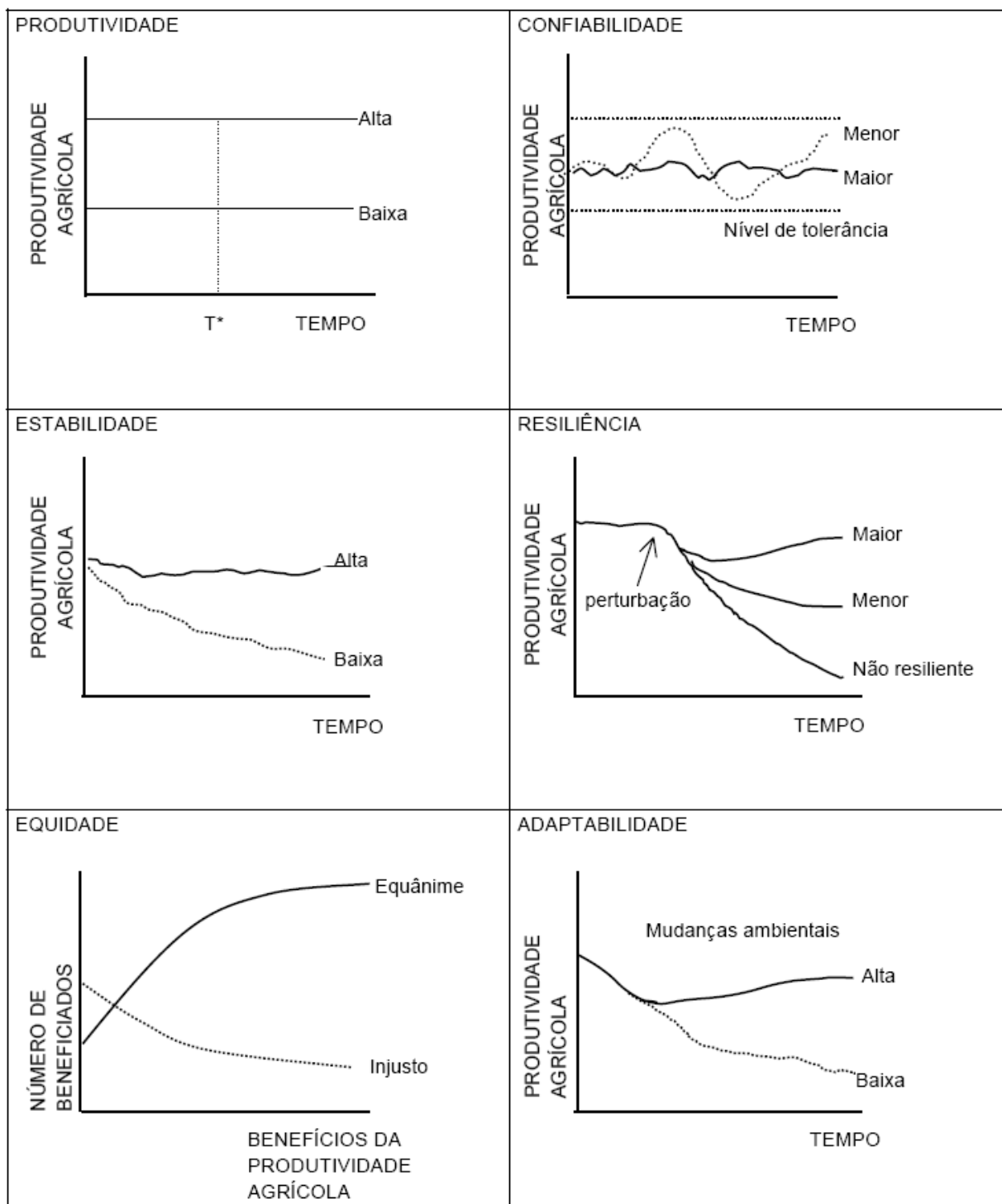
**Adaptabilidade, elasticidade ou flexibilidade:** é a capacidade de um sistema encontrar novos níveis de equilíbrio, mantendo um nível de produtividade após mudanças ambientais de longo prazo. Estas mudanças podem ser de origem natural ou de interações antropogênicas (sociais, econômicas, culturais).

**Equidade:** é a capacidade de um sistema distribuir, de forma justa aos beneficiários humanos, os custos e benefícios resultantes, intra e intergeracionalmente. Este atributo é característico da dimensão social e pode ser medido com índices de concentração de benefícios absolutos ou relativos na população envolvida por tal sistema.

Para finalizar, López-Ridaura et al. (2000) incluem como atributos para a análise de agroecossistemas a **autodependência** ou a capacidade de regular e controlar as interações do sistema com o exterior, mantendo a sua identidade e valores. Na dimensão social este atributo é a capacidade de **autogestão**.

Em estruturas operacionais, os limites das definições dos atributos descritos acima são tênues, como os que ocorrem entre resiliência, confiabilidade e estabilidade. Em função da pouca visibilidade destes limites, na metodologia de análise proposta por López-Ridaura et al. (2000), os três atributos citados são agrupados sob um atributo básico.

No presente trabalho o indicador é entendido como um instrumento que ressalta mudanças que ocorrem em um determinado sistema estudado, em função da ação humana; padrão, como a meta ideal a ser alcançada; “parâmetros ou descritores como aqueles aspectos da realidade que são determinantes para que o padrão seja atingido, devendo ser, portanto, monitorados.” Para os descritores que serão monitorados é que devemos buscar dados que possam refletir a realidade, através dos indicadores especialmente selecionados para cada pesquisa (MARZALL, 1999: p. 35).



**Figura 4** - Atributos de sustentabilidade em agroecossistemas. FONTE: Matos Filho (2004), modificado de MASERA, 2000 e ALTIERI, 2002.

### 2.7.2. Metodologia MESMIS

A metodologia MESMIS é uma tentativa de traduzir os princípios gerais de sustentabilidade em definições operacionais e práticas e foi adotado como parte da Rede de Gestão de Recursos Naturais, um programa financiado pela Fundação Rockefeller. A metodologia MESMIS é produto de um projeto iniciado em 1995 por uma equipe multi-institucional no México, com o objetivo de desenvolver os instrumentos para avaliar a sustentabilidade de sistemas de recursos naturais, conduzido pelo GIRA, o Grupo Interdisciplinar de Tecnologia Rural Apropriada, uma ONG local, baseada no México Ocidental, no estado de Michoacán, México (LÓPEZ-RIDAURA et al., 2000). A metodologia se aplica para diferentes estudos de caso, que gera e dissemina materiais para facilitar a sua aplicação, treinando indivíduos e instituições interessadas em avaliar a sustentabilidade dos sistemas de gestão de recursos naturais (LÓPEZ-RIDAURA et al., 2000; ASTIER, 2004). O MESMIS parte de um enfoque sistêmico e multidimensional e, devido às suas características, constitui uma ferramenta em permanente construção (ASTIER, 2004).

A estrutura operacional da proposta metodológica é aplicável dentro dos seguintes parâmetros (LÓPEZ-RIDAURA et al., 2000):

1. A sustentabilidade de sistemas de manejo de recursos naturais é definida por sete atributos gerais: produtividade, estabilidade, confiabilidade, resiliência, adaptabilidade, equidade e autogestão.

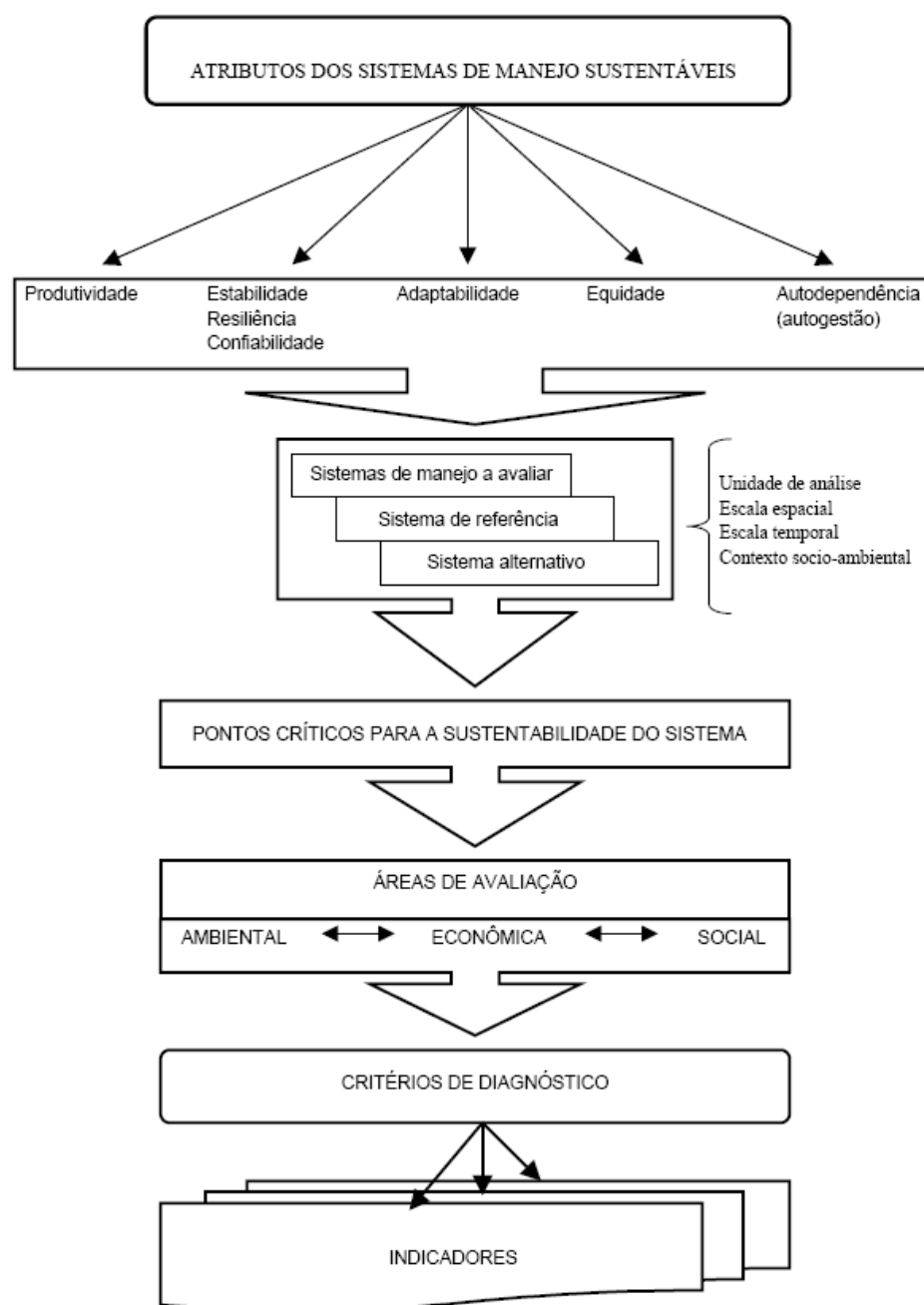
2. A avaliação só é válida para o sistema de gestão em uma dada posição geográfica, escala espacial (ex.: parcela, unidade de produção, comunidade etc.) e período de tempo determinado.

3. Requer um processo participativo e uma equipe de avaliação interdisciplinar.

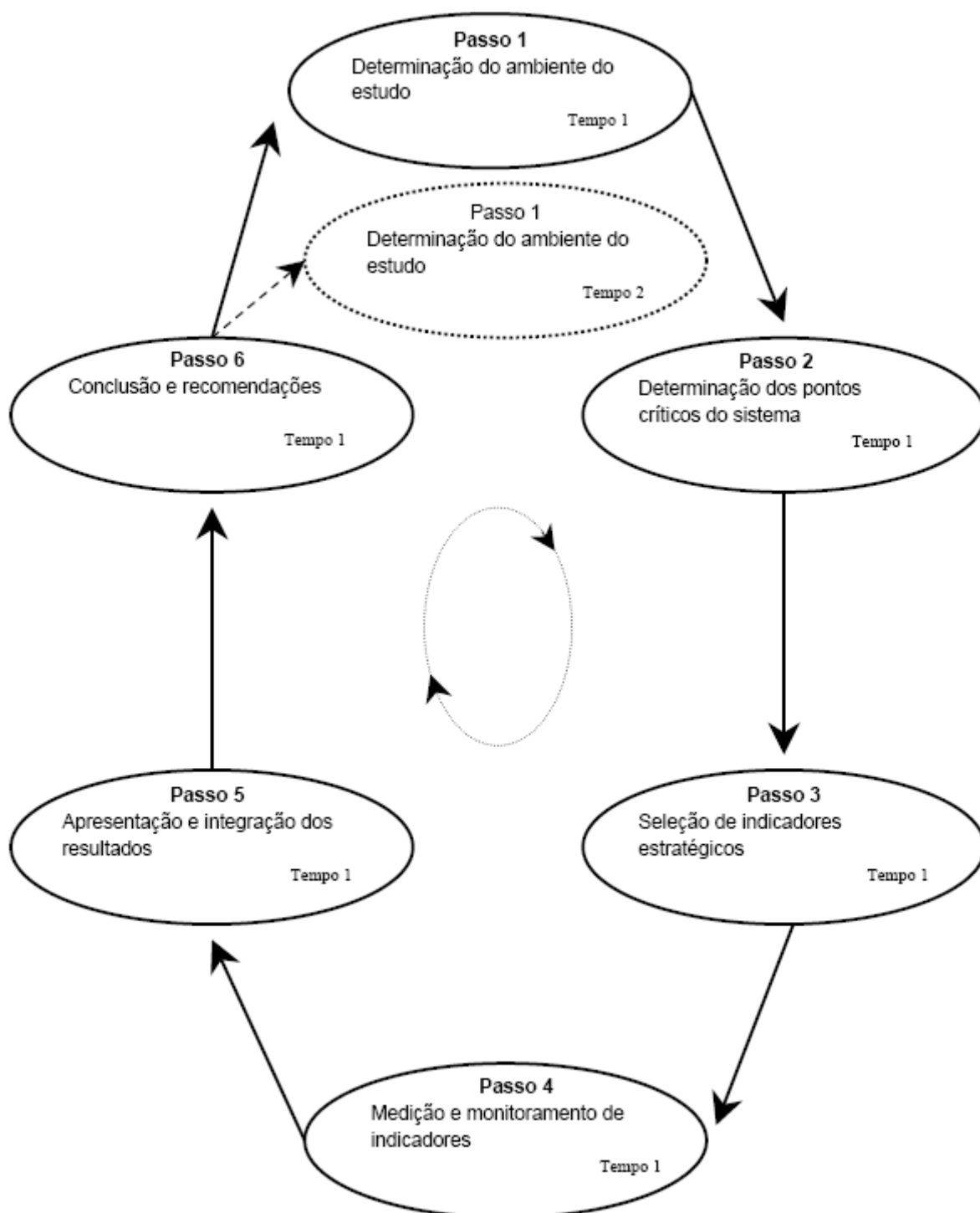
4. A sustentabilidade não é medida por si, mas de maneira comparativa ou relativa, seja de modo transversal (comparar sistemas entre si ou com uma referência em um determinado momento), seja de modo longitudinal (um mesmo sistema através do tempo).

Com base nos sete atributos gerais, são identificados os pontos críticos para a sustentabilidade do sistema, que estão relacionados a três áreas de avaliação (ambiental, social e econômica). Assim, para cada área de avaliação são definidos

os critérios diagnósticos e os indicadores (ver figura 5). Este procedimento garante uma consistente relação entre os indicadores de sustentabilidade e os atributos gerais (LÓPEZ-RIDAURA et al., 2000). A aplicação da metodologia segue um ciclo de procedimentos para que se chegue à avaliação do sistema em análise (Figura 6), que poderá ser replicado, nos casos de acompanhamento através do tempo (avaliação longitudinal). Os resultados e conclusões de um ciclo de avaliação (tempo 1) servem de ponto de partida para o próximo ciclo (tempo 2), subsidiando adaptações e melhorias no sistema em estudo ou acompanhamento.



**FIGURA 5:** Esquema geral do MESMIS: relação entre atributos e indicadores. Fonte: Matos Filho (2004), adaptado de López-Ridaura et al. (2000).



**FIGURA 6:** Ciclo de avaliação no MESMIS. FONTE: Matos Filho (2004), adaptado de López-Ridaura et al. (2000).

## 2.8. Bioindicadores para avaliação ambiental da rizicultura

Os ecossistemas aquáticos destacam-se como ambientes extremamente vulneráveis, especialmente com relação às contaminações. Além dos possíveis

riscos de contaminação ambiental, a utilização de agroquímicos nas lavouras de arroz irrigado também é motivo de preocupação no que diz respeito aos efeitos sobre organismos não alvos de controle na lavoura, ou seja, indivíduos não nocivos à cultura do arroz (NOLDIN & EBERHARDT, 2005). Nesse sentido, a comunidade de peixes apresenta numerosas vantagens como organismos indicadores, por fazer parte do topo da cadeia alimentar em relação a outros indicadores de qualidade de água, como diatomáceas e invertebrados, favorecendo uma visão integrada do ambiente aquático (ARAÚJO, 1998). Por outro lado, as comunidades biológicas refletem a integridade ecológica total dos ecossistemas (p. ex., integridade física, química e biológica), integrando os efeitos dos diferentes agentes impactantes e fornecendo uma medida agregada desses impactos (BARBOUR *et al.*, 1999). As comunidades biológicas de ecossistemas aquáticos são formadas por organismos que apresentam adaptações evolutivas a determinadas condições ambientais e apresentam limites de tolerância a diferentes alterações das mesmas (ALBATERCEDOR, 1996). Desta forma, o monitoramento biológico constitui-se como uma ferramenta na avaliação das respostas destas comunidades biológicas a modificações nas condições ambientais originais (GOULART & CALLISTO, 2003). Sobre as vantagens do uso de bioindicadores, Barbour *et al.* (1999), pesquisadores da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) destacam também o baixo custo de avaliação com comunidades biológicas e, em alguns casos, o único meio prático de avaliação.

Alguns parâmetros de qualidade de água se tornaram clássicos e de uso generalizado em todo o mundo, como o número mais provável de coliformes, a demanda bioquímica de oxigênio e, de uso mais recente e em fase de generalização, os bioensaios para a determinação de toxicidade potencial (BRANCO, 1999, *apud* FRACÁCIO, 2001). Além dos testes, os biomarcadores celulares são ferramentas importantes, pois muitas vezes a exposição prolongada dos organismos a agentes tóxicos não provocam diretamente a morte, mas afeta a estrutura e função de alguns órgãos vitais, comprometendo a viabilidade do indivíduo. Por isso, as mudanças morfológicas devem ser avaliadas a nível microscópico de tecidos e células, podendo ser os resultados extrapolados para o ambiente em questão (POLEKSIC & MITOROVIC-TUTUNDZIC, 1994; MUNOZ *et al.*, 1994; SÁ, 1998 e AU *et al.*, 1999, *apud* FRACÁCIO, 2001). O teste de



mutagenicidade em peixes realizado no âmbito desta pesquisa enquadra-se nesta categoria de avaliação ambiental, mostrando o estado de células sangüíneas destes animais que viveram no mesmo ambiente aquático de produção orizícola (quadros de arroz).

Em Santa Catarina, um trabalho consistente com bioindicadores foi realizado por Jost et al. (2003b) utilizando a água de irrigação do arroz (tratada com agroquímicos) e avaliando a possibilidade de utilização de copépodos (Crustácea integrante do zooplankton e um elo importante na cadeia alimentar aquática). Concluíram que em todos os tratamentos a densidade total de copépodos foi menor em relação ao controle, de modo que os agroquímicos podem estar diminuindo a disponibilidade de alimentos (no caso dos herbicidas) ou agindo diretamente sobre os copépodos, causando a mortalidade dos mesmos (no caso dos inseticidas). Em trabalho similar, Jost et al. (2003a) avaliaram o comportamento da comunidade de Cladocera (Crustácea), Copepoda (Crustácea) e Rotifera presentes no zooplankton em água de irrigação do arroz sob efeito dos herbicidas Sirius 250 SC (Pirazosulfuron-etil), Gamit 500 (Clomazone), Facet 50% PM (Quinclorac) e dos inseticidas Furadan 50G (Carbofuran), Bulldock 125 SC (Betaciflutrina) e Standack 250 FS (Fipronil). Os experimentos foram realizados a campo, na Estação Experimental de Itajaí (EPAGRI), safra 2001/02. Os resultados sugerem, conforme os autores, que os inseticidas Furadan, Bulldock e Standack possuem ação direta sobre Cladocera, permitindo o desenvolvimento de Rotíferos mediante o relaxamento da competição por fitoplankton. Porém, os Rotíferos presentes na água de irrigação podem ser mais resistentes aos agroquímicos que os demais grupos do zooplankton, já que, com exceção das parcelas tratadas com o herbicida Sirius, as densidades de Rotíferos foram maiores que o controle em todos os tratamentos. A correlação desta pesquisa com o presente trabalho reside no fato de ter utilizado organismos zooplantônicos do grupo Cladocera, pertencentes ao mesmo grupo do microcrustáceo *Daphnia magna*, utilizado como bioindicador nas pesquisas desta dissertação e pesquisa de alguns produtos também analisados neste trabalho.

Os peixes e animais aquáticos são expostos aos pesticidas, mediante ingestão de alimento contaminado, através da pele ao nadar em águas contaminadas e por meio da respiração, absorvendo-os pelas brânquias até atingir equilíbrio,

dependendo das condições físico-químicas e da concentração do composto (HELFRICH et al., 1996). As espécies do gênero *Daphnia*, conhecidas popularmente como “pulgas d’água”, constituem importante fonte de alimentos para os peixes e são freqüentemente utilizadas como bioindicadores em ensaios ecotoxicológicos. Na França, *Daphnia magna* foi uma das espécies escolhidas para o monitoramento de efluentes industriais e agentes tóxicos. Nos Estados Unidos da América, o uso dessa espécie é recomendado pela Environmental Protection Agency (EPA) para a avaliação da toxicidade de agroquímicos (ZAGATTO & GOLDSTEIN, 1984 *apud* NAKAGOME et al., 2006).

Por ser um animal de criação fácil e de exigências bem conhecidas, *Daphnia magna* foi uma das espécies escolhidas para os bioensaios com a água de irrigação da cultura do arroz, acompanhado como unidade-piloto neste estudo de caso no Município de Ermo-SC, conforme descrito na metodologia deste trabalho.

## **2.8.1. Características dos bioindicadores**

### **2.8.1.1. Microcrustáceo *Daphnia magna*: características gerais**

A *Daphnia magna* STRAUS, 1820 (Cladocera, Crustácea), popularmente conhecida como pulga d’água, é um microcrustáceo planctônico de água doce, sendo encontrada em grande escala em lagoas, lagos e represas das regiões temperadas (hemisfério norte). Possui um tamanho médio, na fase adulta, de 5 a 6 mm. A *Daphnia magna* sobrevive em águas com dureza superior a 150 mg/L (CaCO<sub>3</sub>), e com oxigênio dissolvido até menor que 4 mg/L. Por se tratar de um consumidor primário, alimenta-se de algas unicelulares que filtra do meio ambiente. Como a alimentação das daphnias é composta basicamente de algas e bactérias, elas adaptam-se bem à *blooms* de algas, por se tratar de um ambiente com uma grande concentração de proteínas e carboidratos (EPA, 2002). Essa espécie suporta águas com pH entre 6,5 e 9,5, sendo pH ótimo entre 7,2 e 8,5 (CLARE, 2007).

A espécie *Daphnia magna* Straus vem sendo utilizado há décadas como organismo-teste em laboratórios ecotoxicológicos, principalmente por:

- tratar-se de uma espécie sensível à uma grande variedade de agentes nocivos;
- ser de fácil cultivo e manuseio simples;
- seus descendentes são geneticamente idênticos, assegurando uniformidade de respostas nos ensaios;
- seu ciclo de vida e reprodução é curto, facilitando sua utilização em testes crônicos (KNIE & LOPES, 2004 *apud* COSTA, 2007).

A *D. magna* (Figura 7) é amplamente utilizada em testes de toxicidade aguda e crônica, bem como em pesquisa básica ecotoxicológica (FINKLER, 2002; MACHADO, 2005).



Figura 7 - Microcrustáceo *Daphnia magna*.  
Fonte: Foto LabTox/UFSC (COSTA, 2007).

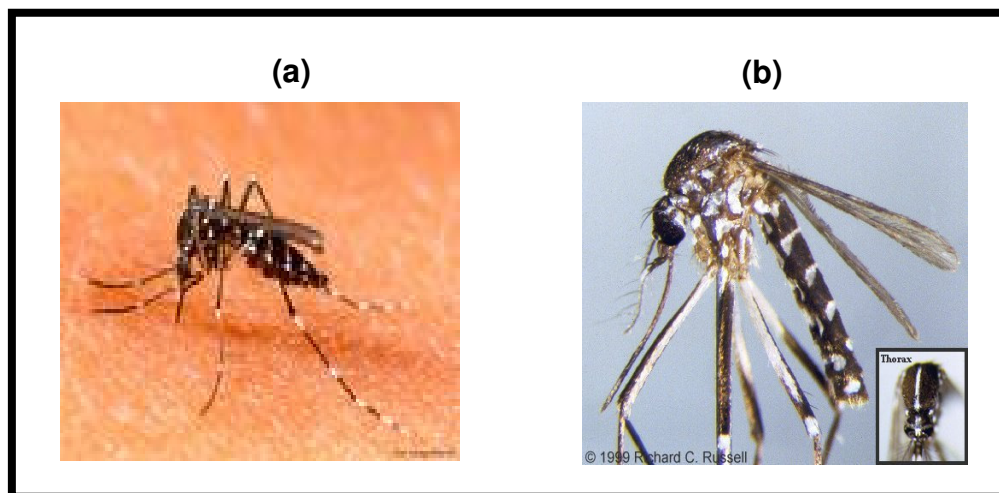
### 2.8.1.2. Mosquitos *Aedes albopictus*: características gerais

Conforme Marcondes (2001), os mosquitos do gênero *Aedes albopictus* (também chamado de Mosquito-tigre asiático) é um inseto da família Culicidae que ocorrem em regiões de clima tropical e temperada. O *Aedes albopictus* é um mosquito de origem do sudeste asiática que se espalhou pelas Américas. No Brasil, tem-se registro desta espécie a partir da década de 80 e, atualmente, encontra-se distribuída em todo o território nacional.

Como muitas espécies de mosquitos, as larvas se criam em lugares que acumulam água, como recipientes naturais (ocos de árvores, buracos de pedra, bambu, bromélias e água represada) e recipientes abandonados no meio ambiente, como latas, pneus e garrafas (MARCONDES, 2001).

O *Aedes albopictus* (Figuras 8 a e b) é vetor da Dengue em áreas rurais e urbanas da Ásia e também do arbovírus da encefalite japonesa. No Brasil, até o

momento, o papel do *Aedes albopictus* como vetor natural da Dengue ainda não foi confirmado, entretanto a espécie poderá no futuro servir de ponte de ligação entre os ciclos silvestre e urbano da febre amarela e de outras arboviroses (MARCONDES, 2001).



**Figura 8:** Foto do mosquito *Aedes albopictus* (a) e seus detalhes (b). **Fonte:** site de origem [www.corriereromano.blogspot.com/](http://www.corriereromano.blogspot.com/), acessado dia 18 de junho de 2007 por COSTA, 2007.

## 2.9. Governança da água

Para TSGA (2007), governança é o resultado do processo de empoderamento das comunidades locais com o objetivo de conseguir a efetividade na implantação das políticas públicas voltadas para o desenvolvimento sustentável no território de sua pertinência (no caso a bacia hidrográfica ou sub-bacia). Neste mesmo sentido, Totti (2008), sintetiza que normativamente o conceito de governança em relação à água supõe: i) a capacidade de gerar as políticas adequadas; e ii) a capacidade de colocá-las em prática. Segundo esta autora, essas capacidades passam pela “busca de consensos, pela construção de sistemas de gestão coerentes (instituições, leis, cultura, conhecimentos, práticas e tradições), e a administração adequada do sistema.” Totti complementa afirmando que a governança, neste caso, é a possibilidade de construir (implantar e desenvolver) acordos institucionais que evitem ou minimizem as agressões à natureza, mantendo a eficiência da máquina pública.

Em suma, a maior ou menor capacidade de governança depende, por um lado, da possibilidade de criação de canais institucionalizados, legítimos e eficientes, de mobilização e envolvimento dos atores relevantes da sociedade na elaboração e implementação de políticas e, por outro, da capacidade operacional da burocracia governamental, seja nas atividades de atuação direta, seja naquelas relacionadas à regulação das políticas públicas.

O conceito de governança (TSGA, 2007) implica em um processo de economia de experiência (aprender com os erros e acertos do passado), dentro de uma comunidade de aprendizagem (estratégia pedagógica na qual a comunidade se assume como sujeito, praticando sua qualificação contínua) para aumentar o poder político desta comunidade na gestão local do território de interesse (comunidade, bacia, município). Para Totti (2008), a estratégia maior está na busca da maximização da ação coletiva, através da cooperação, para obtenção de resultados adequados para todo o coletivo.

## **2.10. Tecnologias sociais**

Tecnologia social (TS) é definida pelo Centro Brasileiro de Referência em Tecnologia Social (CBRTS) como um “conjunto de técnicas, metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para a inclusão social e melhoria das condições de vida”.

Para Martins (2007), a tecnologia não tem sido compreendida e aceita da mesma maneira por todos que se dedicam à sua produção e prática. Tampouco tem se comprometido com a felicidade das pessoas, como indicam os fatos que revelam os desencontros entre a sociedade e a natureza (aquecimento global, perda de biodiversidade, avanço dos desertos e tantos outros exemplos). Estes sinais são resultado de uma tecnologia produzida como um instrumento, desprovido de propósito em si mesmo. O fluxo da tecnologia tem sido reduzido a uma rotina bastante simplista, onde alguém produz alguma coisa, que chegará de alguma forma a outro alguém, “sem efeitos colaterais”. Na tentativa de superar a crise civilizatória que estamos vivendo, reações em todo o planeta buscam novos valores, novos estilos de vida, um novo estilo de desenvolvimento. Neste novo

contexto, se recupera a noção da “tecnologia comprometida com a construção de um novo mundo, que não é neutra e sim dotada de valores e de princípios éticos. Que tem um propósito”. Esta tecnologia é fruto de um processo de construção social em que as pessoas estão implicadas em relações políticas entre atores sociais (pessoas que participam com suas vontades, projetos e que representam sistemas de interesses que interagem). Este autor complementa ressaltando que

*“O compromisso da Tecnologia Social com um novo padrão de desenvolvimento - desenvolvimento sustentável - pressupõe a inclusão social e a ampliação da cidadania, uma vez que está centrado nas pessoas e na sua harmonização com o entorno natural. Parte também do reconhecimento que o conhecimento científico necessita estar apoiado nos saberes populares que lhe inspiram, demandam e ajudam na sua construção”.*

As Tecnologias Sociais devem trazer consigo três características-chave: simplicidade, viabilidade e efetividade (TSGA, 2007). Segundo esta fonte, para atingir a simplicidade, uma tecnologia social deve ser facilmente compreendida pelo usuário e que possa ser ensinada, aprendida, aplicada e reaplicada por outros usuários. A tecnologia também deve ser viável, em termos econômicos, ambientais e culturais (de baixo custo, que respeite os limites da natureza e seja aceita pelos usuários e comunidade local); efetiva na inserção social e econômica das pessoas nas políticas públicas e nos processos de desenvolvimento local sustentável e na conexão com redes de comunicação e solidariedade.

A idéia de tecnologia social se contrapõe à tecnologia convencional. Supera o mito do desenvolvimento a qualquer custo, que ignora a relação benefício/custo do produto obtido e desconsidera o passivo ambiental gerado por sua criação e utilização posterior (MARTINS, 2007).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Características da pesquisa

Considerando os objetivos da presente dissertação optou-se por desenvolver uma pesquisa do tipo “estudo de caso”, por sua característica empírica, assentada em trabalho de campo, embora não experimental e baseada em fontes de dados múltiplos e obtidos por diversos procedimentos (conforme indicado por GIL, 1991; YIN, 2007), permitindo descrever, interpretar e avaliar a realidade em estudo (Ponte, 1994, *apud* Coutinho & Chaves, 2002).

Ainda quanto aos objetivos, esta pesquisa classifica-se como exploratória e descritiva. Exploratória porque proporciona maior percepção sobre o assunto, descreve e avalia o comportamento, define e classifica fatos e variáveis (CAMPOMAR, 1991; GIL, 1991), e envolve levantamento bibliográfico (GIL, 1991). A pesquisa também é descritiva porque visa aplicar teorias no diagnóstico da realidade, estabelecendo as relações entre as variáveis (CAMPOMAR, 1991; GIL, 1991).

Em síntese, esta pesquisa classifica-se como estudo de caso, com objetivos exploratórios e descritivos.

#### 3.2. Metodologia de análise

A metodologia proposta nesta dissertação para avaliar a sustentabilidade do agroecossistema arroz orgânico foi o MESMIS - “Marco para Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad”, por utilizar o enfoque sistêmico e ter uma série de qualidades. Para López-Ridaura et al. (2000), a avaliação de sustentabilidade deve ser um instrumento para planejamento e redesenho. Seu êxito está na capacidade de ser aplicado nas atividades cotidianas de projetos agroecológicos ou de base ecológica. Ainda segundo estes autores, um processo de avaliação deve buscar ajudar na melhoria do perfil social e ambiental de um agroecossistema e efetivamente formular um plano de ação adequado e apontado para a evolução do sistema de gestão. Conseqüentemente, na estrutura MESMIS, a avaliação não é concebida como um

processo linear, mas como uma espiral iterativa. As conclusões e recomendações obtidas formam o ponto de partida de um novo ciclo. Para Astier (2004), o marco MESMIS mostra-se útil para sistematizar experiências, discutir sobre fortalezas e debilidades dos sistemas.

Até o momento, mais de 30 equipes interdisciplinares usaram a metodologia MESMIS, especialmente na América Latina, a exemplo de Maseru e López-Ridaura (2000); Colomer (2003); Ortiz & Astier (2003). A aplicação de MESMIS foi orientada em direção ao desenho e avaliação de inovações agroecológicas em escala local (propriedade e comunidade) pela maior parte no contexto de sistemas de gestão de recursos naturais de camponeses. Por essa razão o MESMIS foi principalmente adotado e adaptado por ONG's e centros de pesquisa local de avaliação de alternativas propostas de Sistemas de Gestão de Recursos Naturais, com participação de camponeses e representantes de camponeses (LÓPEZ-RIDAURA, 2005).

O ciclo de avaliação da metodologia MESMIS é composto de seis passos (LÓPEZ-RIDAURA et al., 2000).

### **3.3. Determinação da unidade de estudo e características gerais**

A propriedade escolhida para realização do estudo de caso enquadra-se nas características de estabelecimento agrícola familiar e de pequeno porte, e usa exclusivamente as pessoas da família para desenvolver suas atividades produtivas diversificadas.

A propriedade localiza-se na bacia do Araranguá, que possui a maior área de arroz irrigado entre as bacias hidrográficas do estado de Santa Catarina. Nesta bacia, atua a Cooperativa Regional Agropecuária Sul Catarinense Ltda. (COOPERSULCA), com sede no município de Turvo e abrangência de atuação no extremo sul catarinense, possuindo uma linha de produção de arroz orgânico, disponibilizado no mercado com a marca Arroz Fazenda.

A propriedade pesquisada situa-se no Município de Ermo, no extremo-sul catarinense, a 238 km da capital do Estado, com latitude 28° 58' 48" S e longitude 49° 38' 24" W (IBGE, 2008d). O clima predominante no município é mesotérmico úmido, com verão quente e frio no inverno (BRAGA et al., 1999).



A propriedade agrícola pertence à Senhora Neuza Acordi Fernandes e localiza-se na Comunidade de Santana. A família é associada da COOPERSULCA e entrega toda a produção de arroz para esta cooperativa, que beneficia e comercializa os produtos. É tipicamente familiar e utiliza a mão-de-obra própria para desenvolver suas atividades. Possui uma área de 15,5 ha próprios (figura 9) e 1,0 ha arrendado de terceiros, sendo utilizada com: 9,66 ha de arroz irrigado (orgânico mais convencional), 2,3 ha de milho e 3,0 ha de pastagens. Na produção animal, a propriedade dedica-se à avicultura de corte, com dois aviários de 50 x 12 metros, 5 vacas leiteiras que permitem a produção de 2 kg de queijo/dia (consumo familiar e venda do excedente) e suínos para consumo familiar (12 cabeças).

A lavoura de milho é conduzida no sistema convencional de produção, assim como a criação de animais (aves, bovinos e suínos).



**Figura 9:** Propriedade do estudo de caso, de Neuza Acordi Fernandes, Ermo - SC.  
Fonte: Ortofoto IBGE 2002, Ermo - SC. Escala 1: 25000 (IBGE, 2008c)

A atividade estudada é o agroecossistema arroz orgânico, encontrando-se na quarta safra consecutiva neste manejo, que ocupou área de 4,36 ha na safra

2006/07 e de 5,16 ha nas safras 2003/04 a 2005/06. A área de arroz convencional é desenvolvida em gleba separada da propriedade sede. Na safra 2007/08, por equívocos de manejo da irrigação e preparo do solo, toda a lavoura de arroz retornou ao sistema de produção convencional, uma vez que a possibilidade de frustração do sistema era alta, nas circunstâncias da situação apresentada nesta safra. O falecimento do esposo de Neuza, João Fernandes, no ano de 2006 trouxe, naturalmente, dificuldades para a continuidade da administração da propriedade, contribuindo, no entender do pesquisador, para inseguranças e incertezas perante esta lamentável perda familiar.

### **3.4. Descrição do sistema orgânico de produção de arroz irrigado adotado na propriedade em estudo**

O sistema de produção de arroz orgânico foi conduzido sem o uso de agrotóxicos e adubos sintéticos. A fertilização da cultura foi realizada com esterco curtido de aves (cama de aviário) e aproveitamento de restos culturais da safra anterior. O preparo esmerado do solo e o manejo contínuo da água de irrigação são os pontos básicos para obter sucesso na produção orgânica de arroz, principalmente nos aspectos relacionados com manejo de invasoras e insetos-praga da cultura. As práticas fitotécnicas de manejo da cultura e de manejo da irrigação utilizadas na propriedade, descritas abaixo, seguiram as recomendações da EPAGRI (RAMOS *et al.*, 1981; VOLTOLINI *et al.*, 1998; PRANDO, 2002; KNOBLAUCH & EBERHARDT, 2003; NOLDIN *et al.*, 2003; FERNANDES, 2004; ROSSO, 2008):

#### **3.4.1. Manejo na entressafra**

Com uma lâmina de corte, foi corrigido o nivelamento dos buracos deixados pelos pneus das máquinas durante a operação de colheita e escoamento da produção, promovendo-se o transporte de solo para tapar os buracos, com o solo seco. Para melhorar a sustentação do solo nos tabuleiros (quadros), a resteva da safra anterior foi acamada, utilizando uma grade de disco acoplada ao trator, facilitando a decomposição. Neste período de entressafra também se realizou a limpeza dos drenos para facilitar a drenagem do excesso de água do solo.

A roçadas de taipas, beiras de estradas e áreas adjacentes foram periódicas, para reduzir o potencial de criação de insetos-praga e a produção e dispersão de invasoras para dentro dos quadros de lavoura.

A adubação realizou-se 60 dias antes do plantio, com cama de aviário (esterco de aves com material de forração do piso do aviário), na dose de 7,5 toneladas por hectare, antecedendo a inundação dos tabuleiros, seguida de incorporação com enxada rotativa (figura 10).



Figura 10: Operação de preparo inicial do solo com uso de enxada rotativa.  
Foto: Neuza A. Fernandes, 2006.

### 3.4.2. Inundação e preparo do solo

A primeira operação executada nesta fase foi a irrigação por inundação da área a ser cultivada, 30 dias antes da semeadura, para promover a autocalagem e controlar as plantas daninhas semi-aquáticas. Neste grupo das semi-aquáticas, as principais são: arroz vermelho (*Oryza sativa L.*) e o arroz preto (*Oryza sativa L.*). Ressalta-se que o período de inundação não deve exceder 30 a 35 dias, pois em algumas lavouras poderá ocorrer amolecimento excessivo do solo e formação de atoleiros para máquinas. Para a correção do micro-relevo, houve a regularização do nivelamento da superfície do tabuleiro com o solo alagado, deixando a superfície nivelada e lisa, para permitir a condução da água de irrigação em toda a extensão do tabuleiro, assegurando adequado manejo da irrigação. Para realizar o selamento

ou formação de lama a lâmina d'água é reduzida, deixando surgir parte dos torrões (Figura 11). Para diminuir as perdas de água por infiltração realizou-se o selamento com uma rotativagem (Figura 12). O revolvimento do solo promove dispersão de argilas e silte na lâmina de água, para posterior deposição e obstrução dos poros de drenagem, o que confere a diminuição da sua permeabilidade. A profundidade do preparo do solo foi de 10 a 15 cm e o trator trabalhou em baixa velocidade.



**Figura 11:** Início do preparo do solo da lavoura de arroz no sistema pré-germinado, antes do selamento. Foto: Neuza A. Fernandes, 2006.



**Figura 12:** Selamento do solo com rotativa e lâmina d'água com altura de 5 a 7 cm. Foto: Neuza A. Fernandes, 2006.

Para facilitar as operações finais de preparo do solo, procedeu-se a redução da altura da lâmina de água para 2 a 3 cm. Nesta condição, aparecem os torrões do solo em toda a extensão do tabuleiro, indicando que a altura da lâmina de água está correta e facilitará um adequado preparo do solo.

O alisamento, conduzido com equipamento adaptado, conhecido por "alisador", permitiu realizar alisamento esmerado da superfície do solo. É de fundamental importância o adequado alisamento da superfície da cancha, como mostra a Figura 13, para permitir um bom manejo da água de irrigação e controle de invasoras. Com o solo nivelado, a próxima etapa foi complementar a altura da lâmina de água para 10 a 12 cm, para evitar o ressecamento do solo pela rápida evaporação e infiltração da fina lâmina de água que restou. A água permaneceu em repouso de 2 a 3 dias, para permitir a deposição das partículas de solo suspensas, evitando que elas se acomodem sobre as sementes e dificultem a germinação.



**Figura 13:** Visual da cancha após o alisamento do solo realizado com lâmina de água baixa, mostrando bom padrão de acabamento. Foto: Autor, 2006.

### **3.4.3. Semeadura e manejo cultural**

A cultivar semeada foi EPAGRI 109, recomendada pela pesquisa oficial de Santa Catarina.

O preparo da semente consistiu em reduzir o peso de 50 kg para 25 kg por saco, em média, a fim de facilitar o manuseio nas operações de pré-germinação e semeadura. Deixaram-se as sementes em hidratação, dentro de valos com água, por 24 a 36 horas. Retirou-se da água, ficando por 2 horas escorrendo o excesso de água. As sementes foram colocadas à sombra por mais 32 horas (incubação), até as plântulas atingirem de 1 a 2 mm, com revolvimento dos volumes para evitar o aquecimento. A densidade média de sementes por hectare foi de 200 kg, usando-se maior densidade em áreas historicamente mais infestadas por invasoras, para facilitar a rápida cobertura do solo alagado e dar maior competitividade ao arroz.

A semeadura foi manual, realizada pelas pessoas da família. Nos primeiros dias após a semeadura, a lâmina de água de irrigação no tabuleiro permaneceu com altura média de 10 cm, sem troca de água, com a realização do rebaixamento da altura da lâmina de água de 10 para 5 cm em média 7 dias após a semeadura, para uniformizar a emergência das plântulas.



**Figura 14:** Lavoura de Neuza Acordi Fernandes, com 25 dias após a semeadura.  
Foto: Autor.

Para suprir a necessidade de nitrogênio do arroz, realizou-se uma adubação de cobertura na lavoura, aos 75 dias após a semeadura, drenando a lâmina de água

e aplicando esterco de aviário (cama), na dose de 1,5 toneladas por hectare, repondo água 7 a 10 dias depois da operação.

#### 3.4.4. Manejo da irrigação e as invasoras e insetos-praga

Foram realizadas inspeções diárias nas horas mais quentes, para monitorar a situação em taipas, drenos, canais de irrigação, estradas, canchas e arredores, com especial atenção ao ataque de bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*). Não houve ataque de bicheira-da-raiz e percevejo do colmo (*Tibraca limbativentris*) na safra 2006/07.

O chapéu de couro (*Sagittaria montevidensis* Cham et Schlecht ), embora tenha atingido níveis médios de infestação em algumas em algumas manchas de lavoura, terminou seu ciclo antes da planta de arroz, não causando perdas consideráveis. A infestação de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) foi média a alta em algumas manchas em que a densidade de plantas ficou abaixo do padrão normal. Estima-se que esta invasora trouxe prejuízos ao rendimento do arroz (Figura 15).



Figura 15: Lavoura pesquisada, safra 2006/07, com infestação de chapéu de couro. Foto: Neuza A. Fernandes, 2006.

### 3.4.5. Colheita

Na fase que antecedeu a colheita, a família de Neuza tomou maiores cuidados com o manejo da irrigação, pois da fase de ponto de algodão (início da formação da panícula dentro do colmo) até a floração e frutificação precisam de irrigação constante para a planta de arroz manifestar seu máximo potencial produtivo, contribuindo para melhorar a qualidade do grão e a produtividade.

O terreno destinado ao arroz possui textura argilosa e a supressão da irrigação ocorreu na plena floração. Neste momento, a lavoura apresentava 10 cm de altura na lâmina de água e a quantidade de água nos tabuleiros da lavoura foram suficientes para completar o ciclo da planta até a maturação. Apenas algumas canchas necessitaram da retirada final de água. Com este procedimento, a colheita e o transporte da produção ocorreram normalmente (Figura 17), sem problemas de atolamento de máquinas. A colheita dos grãos deve ocorreu quando atingiram 18 a 20% de umidade (Figura 16), sendo esta operação realizada por colheitadeira alugada do vizinho.



**Figura 16:** Unidade estudada no ponto de colheita (março de 2007).  
Foto: Autor.





**Figura 17:** Colheita da lavoura estudada, safra 2006/07.  
Foto: Neuza Acordi Fernandes, 2007.

### **3.5. Determinações dos pontos críticos do sistema**

A definição dos pontos críticos iniciou com a compilação de casos citados no levantamento bibliográfico, principalmente aqueles trabalhos relacionados com agricultura orgânica e que utilizaram a metodologia MESMIS. Após a listagem, passou-se a classificar os pontos críticos que poderiam ameaçar a sustentabilidade do sistema ou delinear características, associando com os atributos produtividade, estabilidade e resiliência, confiabilidade, equidade, autogestão e adaptabilidade. A escolha final recaiu sobre dezenove pontos críticos, considerando a representatividade, importância ressaltada na bibliografia, disponibilidade de dados e mensurabilidade. Na classificação dos pontos críticos e respectivos indicadores, dez pertencem à dimensão ambiental, quatro à dimensão econômica e cinco à social.

O atributo produtividade da cultura tem sido ponto comum para avaliar a produtividade do solo, sendo fator muito observado pelos produtores de arroz irrigado e referência inicial das comparações entre sistemas de produção alternativos e convencionais. Relaciona-se com um indicador fácil de medir e possibilitando a utilização de dados de safras anteriores; assim, nesta propriedade estudada trabalhou-se com a média de quatro safras.

O tema água, no aspecto quantitativo, apresenta um ponto crítico bastante evidente nesta bacia hidrográfica, fato já realçado na justificativa desta pesquisa. O consumo de recursos hídricos para irrigação do arroz representa cerca de 90% das demandas e sabe-se, por trabalhos já realizados (EBERHARDT, 1993; FERNANDES, 2004) que os rizicultores podem economizar este recurso natural sem comprometer os rendimentos desta atividade.

No aspecto qualitativo, trabalhos de Deschamps et al. (2003a) tem mostrado a presença de resíduos de agrotóxicos usados no arroz irrigado nesta bacia do Araranguá. Para ampliar as avaliações neste tema, utilizou-se dados de Costa (2007), Laboratório de Toxicologia Ambiental/ENS/UFSC, referentes a pesquisa desenvolvida nesta mesma propriedade de forma conjunta com o autor da presente dissertação. Foram considerados os dados de toxicidade aguda da água coletada na lavoura sobre os seguintes bioindicadores: pernilongo *Aedes albopictus*, índice de germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), mortalidade do microcrustáceo *Daphnia magna* e micronucleação de células sangüíneas (hemácias) de acarás (*Geophagus brasilienses*).

Também foram realizadas análises da água de irrigação coletada durante o ciclo do arroz (doze amostras), verificando o comportamento das características físico-químicas e biológicas na entrada da lavoura, no meio e na saída, permitindo avaliar se o agroecossistema causa ou não impactos negativos sobre estes parâmetros. A metodologia e as características analisadas basearam-se nos procedimentos indicados pela EPAGRI. Os parâmetros oriundos destas análises representam características sensíveis da qualidade da água em relação ao uso de esterco na fertilização do arroz orgânico, um dos fatores principais de preocupação desta avaliação e motivo de expectativa sobre os resultados por parte dos pesquisadores dedicados ao monitoramento da qualidade hídrica.

Na dimensão econômica, de acordo com Soldatelli et al. (1993), a margem bruta/ha representa um dos principais critérios de avaliação, sendo que baixa taxa de retorno econômico de uma atividade, aliada à baixa taxa na relação benefício/custo pode decretar a inviabilidade de uma nova cultura ou sistema de produção, mesmo que nos aspectos ambientais ela seja altamente favorável.

A alta instabilidade na produtividade da cultura do arroz orgânico, mesmo que a média obtida se mostre satisfatória, representa um fator de grande

insegurança para os produtores, principalmente considerando que a produção convencional tem obtido, de modo geral, índices crescentes de produtividade (ALFONSO-MOREL & FARIAS FILHO, 1999; PELLEGRIN & ALFONSO-MOREL, 2003).

A alta dependência de insumos externos tem sido um dos fatores críticos apontados para os sistemas convencionais de produção (ALTIERI, 1989; ALTIERI, 1998; ALTIERI & NICHOLLS, 2007; ASTIER, 2004; CAPORAL, 2003; CAPORAL et al., 2006; CARPENTER, 2003; DAROLT, 2000; PROCHNOW, 2003; SARANDÓN, 2002). Se o sistema de produção orgânico não alterar este indicador de maneira favorável ao produtor, a dependência por insumos externos continuará deixando a propriedade vulnerável, por exemplo, às variações de preços dependentes de moedas estrangeiras ou ao descompasso na relação produto/insumo. Se o agroecossistema aqui avaliado não indicar redução de dependência externa de insumos e recursos, não estará caminhando na direção dos princípios da agricultura de base ecológica.

Na dimensão social, os pontos críticos foram escolhidos após análise das respostas dos membros da família Fernandes às perguntas aplicadas na entrevista. A falta de percepção das vantagens do agroecossistema em avaliação sobre a saúde (entendida de maneira ampla) e o baixo domínio das tecnologias envolvidas ficou bastante evidente. A baixa remuneração da mão-de-obra familiar tem sido apontada como um dos motivos para a migração do campo para a cidade, assim como a falta de independência financeira dos jovens e a descapitalização das famílias, entre muitos outros (STROPASOLAS, 2006), por isso se inclui um indicador nesta área para analisar o desempenho deste fator de produção.

### **3.6. Seleção dos critérios de diagnóstico e dos indicadores**

Os indicadores foram escolhidos de modo semelhante à escolha dos pontos críticos, baseando-se em levantamento bibliográfico, disponibilidade de dados e mensurabilidade. Os critérios de diagnóstico foram definidos levando em conta a Resolução do CONAMA Nº 357/2005, que estabelece os parâmetros e limites para enquadramento dos recursos hídricos para classe 2 (como é classificada a Sanga das Águas Brancas, manancial que abastece a lavoura estudada). Como alguns parâmetros de qualidade da água de irrigação já chegaram à lavoura fora dos padrões legais, analisa-se o número de amostras que também estavam fora dos

padrões na saída das canchas de arroz. Para tanto, utiliza-se gráficos dos resultados e compara-se com a informação da coleta de entrada e de saída da lavoura. Nota-se que alguns indicadores melhoram o desempenho ao passar pelo agroecossistema. Esta melhoria de desempenho do parâmetro considera-se positiva e será valorizada na avaliação de sustentabilidade. Quando os resultados se apresentam dentro dos parâmetros normativos, usa-se da técnica estatística do 3º quartil para considerar normais os valores que estão contidos dentro deste limite, que abrange 75% dos dados.

Na avaliação dos indicadores econômicos, utilizam-se como parâmetros comparativos padrões construídos com informações do acompanhamento técnico e contábil de propriedades da bacia do Araranguá que se dedicam à produção convencional de arroz irrigado, compilados pela EPAGRI. Se um outro sistema de produção está sendo testado e poderá, no futuro, receber incentivos como política pública ou através de projetos da iniciativa privada, precisam ter desempenho econômico satisfatório nestes indicadores, sob pena de não lograr sucesso entre os rizicultores. Na tabela 10 são agrupados os atributos, elementos, pontos críticos e indicadores selecionados, conforme descrito acima:

**Tabela 10:** Atributos, elementos, pontos críticos e indicadores.

ATRIBUTO	ELEMENTO OU TEMA	PONTOS CRÍTICOS	INDICADORES
Produtividade (ambiental)	Solo Água	Baixa produtividade Alto consumo de água	Produtividade obtida/ha Consumo de água/ha
Estabilidade resiliência Confiabilidade (ambiental)	Água	Efeitos negativos sobre a qualidade da água	Características físicas da água de irrigação Características químicas da água de irrigação Características biológicas da água de irrigação Efeito do arroz orgânico sobre larvas de <i>Aedes albopictus</i> Efeito do arroz orgânico sobre o índice de germinação de alface Efeito do arroz orgânico sobre <i>Daphnia magna</i> Efeito do arroz orgânico sobre a mutagenicidade em peixes Resíduos de agrotóxicos na água de irrigação
Estabilidade resiliência Confiabilidade (econômico)	Manejo do arroz orgânico	Alta instabilidade na produção	Variação na produtividade
Produtividade (econômico)	Solo	Baixo retorno econômico	Relação Margem Bruta/ha (MB/ha)
Eqüidade (econômico)	Desempenho do sistema	Baixa taxa de retorno	Relação benefício/custo
Autodependência (econômico)	Manejo do arroz orgânico	Alta dependência de insumos externos	Porcentagem de dependência de insumos externos
Estabilidade resiliência Confiabilidade (social)	Manejo do arroz orgânico Ambiente interno e externo	Baixa aceitação do sistema Baixa percepção familiar sobre importância do arroz orgânico para a saúde (conceito amplo)	Grau de satisfação com arroz orgânico Grau de percepção da família sobre vantagens do arroz orgânico para a saúde (produtor, consumidor, ambiente)
Eqüidade (social)	Recursos do sistema	Baixa remuneração da mão-de-obra familiar	Remuneração da mão-de-obra familiar
Adaptabilidade (social)	Manejo do arroz orgânico	Baixa adaptabilidade do arroz orgânico ao ambiente da propriedade	Grau de adaptação do sistema arroz orgânico ao manejo da família
Autogestão (social)	Manejo do arroz orgânico	Baixo domínio familiar do sistema de produção arroz orgânico	Grau de conhecimento da família sobre o sistema arroz orgânico

### 3.7. Medição e monitoramento dos indicadores:

#### 3.7.1. Fontes de dados

Os indicadores determinados neste trabalho baseiam-se em dados oriundos dos seguintes dados:

a) Safra 2006/07: os dados de bioindicadores são oriundos dos testes realizados pelo Laboratório de Toxicologia Ambiental/ENS/UFSC (COSTA, 2007), cujo monitoramento também foi realizado pelo autor da presente dissertação. A água de irrigação do arroz orgânico foi utilizada para testes de toxicidade aguda com larvas de *Aedes albopictus* (pernilongo tigre-asiático), sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), microcrustáceo *Daphnia magna* e avaliação de mutagenicidade em eritrócitos de *Geophagus brasilienses* (acará), coletados em valos de drenagem da área de cultivo de arroz. As avaliações foram realizadas no LABTOX/ENS/UFSC. Foram ainda considerados os dados de análises de características físicas, químicas e biológicas da água de irrigação realizadas no Laboratório da EPAGRI-Urussanga, e dados de análise de resíduos de agrotóxicos na água de irrigação realizada no Laboratório da EPAGRI-Itajaí.

b) Safra 2007/08: realizou-se apenas o teste de avaliação de mutagenicidade. Na unidade de pesquisa foram criados peixes em cativeiro na cancha de arroz orgânico, dos quais foram retiradas amostras do sangue para os testes em laboratório, (LABTOX/ENS/UFSC). Nesta safra, também foram coletados os dados de mutagenicidade em peixes criados em outras unidades produtoras de arroz irrigado orgânico e também arroz convencional (com uso de agroquímicos): propriedades de Ângelo S. Topanote (Ermo), Diego Niehues (Nova Veneza), CETRAR/EPAGRI, situadas na bacia do Araranguá.

c) Safras de 2003/04 à 2006/07: dados da lavoura de Neuza A. Fernandes analisados mediante o software CONTAGRI/EPAGRI. Utilizaram-se ainda os dados de análise econômica de outras propriedades com arroz irrigado convencional, localizadas nos municípios de Turvo e Meleiro, próximos de Ermo/SC e também

pertencem à bacia do Araranguá. As médias destas propriedades foram consideradas neste trabalho como “referências médias regionais”. As informações referem-se às mesmas safras acompanhadas no caso de estudo e foram gentilmente fornecidas por Luiz Carlos de Pellegrin/EPAGRI (comunicação pessoal).

d) Os dados de consumo hídrico foram monitorados na propriedade de Neusa Fernandes: sistema de produção orgânico (safra 2006/07) e sistema convencional (safra 2007-2208). Também foram utilizados dados monitorados na propriedade de Moacir Bonelli de Aguiar (Araranguá), na safra 2007/08 para determinar o consumo hídrico no arroz com manejo da irrigação convencional. O manejo convencional da irrigação se caracteriza por duas ou mais trocas de água das canchas e preparo do solo com lâmina de água média ou alta.

### **3.7.2. Produtividade**

A produtividade por hectare foi determinada pela quantidade total da produção (grão limpo e umidade de 13%) dividida pela área de plantio (hectare), expressa em kg/ha. Calculou-se a produtividade obtida em cada uma das quatro safras e obteve-se a média.

### **3.7.3. Consumo hídrico**

#### **3.7.3.1. Estação automática para monitoramento de nível de água e vazão**

Para quantificação do consumo de água pela cultura de arroz foram utilizados sensores de nível, “logger”, calha Parshall de 6 polegadas, com dados armazenados em estação automática e coletados através de microcomputador portátil.

O sensor de nível (princípio do Transdutor Piezo-Resistivo) é conectado à estação SL2000 (Figura 20 e 21), obtendo-se a vazão calculada a partir da estrutura de medida calha Parshall de 6 polegadas (figuras 18 e 19);



**Figura 18:** Sensor de nível  
Foto: Solar Instrumentação



.....**Figura 19:** Calha Parshall e sensor de nível  
.....Foto: Autor

A Estação Automática SL2000 é conectada ao painel solar (conversor fotovoltaico) e bateria, com software para configuração da estação e coleta dos dados, com as seguintes características: conexão via serial RS232; memória para armazenamento de dados; intervalo de amostragem definido pelo usuário via software (1 min até horas).



**Figura 20:** Estação automática instalada em Ermo.



**Figura 21:** “Logger” ou armazenador de dados, para registrar informações da unidade de Neuza A. Fernandes, anos 2006 e 2008. Foto: Autor.

Fotos: Autor.

Os dados armazenados no “logger” da estação foram periodicamente acessados e transferidos para um computador portátil (“notebook”) e acumulados em planilhas (Tabela 11) para realizar cálculos e somatório das vazões. Cada valor



da vazão ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) na última coluna foi multiplicado por 3.600 segundos, já que o intervalo de coleta programado era de 1 hora. A soma de todas as vazões dos intervalos corresponde ao volume total consumido de água. Dividindo-se este valor pela área da lavoura encontra-se o consumo/ha de arroz irrigado.

Fórmula para cálculo da vazão da calha Parshall:

$$Q = K Ha^m$$

Sendo: Q = Vazão ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

Ha = altura de água na seção convergente da calha (m)

K e m = coeficientes ajustados para cada calha

Neste caso, a calha tem uma seção contraída de 6 polegadas (15,24 cm), sendo os coeficientes dados como K = 0,3812 e m = 1,58 (BACK & LUCIETTE, 2006).

O cálculo para este caso é:  $Q = 0,3812 * Ha^{1,58}$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

**Tabela 11:** Exemplo real de uma planilha de dados coletados do “logger”, de 19/10/2007 a 20/10/2007. Intervalo : 01:00:00

DATA	HORA	NÍVEL (m)	VAZÃO ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
19/10/2007	15:46:30	0,0164963	0,000581598
19/10/2007	16:46:30	0,0071349	0,000154705
19/10/2007	17:46:30	0,0038309	0,000057911
19/10/2007	18:46:30	0	0
19/10/2007	19:46:30	0	0
19/10/2007	20:46:30	0	0
19/10/2007	21:46:30	0	0
19/10/2007	22:46:30	0	0
19/10/2007	23:46:30	0	0
20/10/2007	00:46:30	0	0
20/10/2007	01:46:30	0	0
20/10/2007	02:46:30	0	0
20/10/2007	03:46:30	0	0
20/10/2007	04:46:30	0	0
20/10/2007	05:46:30	0	0
20/10/2007	06:46:30	0	0
20/10/2007	07:46:30	0	0
20/10/2007	08:46:30	0	0
20/10/2007	09:46:30	0,0148443	0,000492285
20/10/2007	10:46:30	0,0346685	0,0018804
20/10/2007	11:46:30	0,0478846	0,003132292
20/10/2007	12:46:30	0,0555940	0,003965491
20/10/2007	13:46:30	0,0500873	0,003362966

### 3.7.3.2. Cálculo direto da vazão

#### Medida de consumo em sistema de manejo convencional:

Esta medição ocorreu na propriedade de Moacir Bonelli Aguiar, em Araranguá. Neste caso, foram anotados todos os períodos em que o conjunto motobomba estava ligado para recalque da água de irrigação, em uma planilha disponibilizada e preenchida pelo produtor, somando-se o número total de horas de funcionamento (460 horas). Para encontrar-se a vazão total, procedeu-se o cálculo da vazão real da bomba, a campo ( $m^3/s$ ), para efetuar a multiplicação pelo tempo de funcionamento. A vazão da bomba =  $0,033 m^3 / s$ , foi calculada pela fórmula abaixo, para vazão em tubo com saída livre (conforme AZEVEDO NETO & ÁLVARES, 1986. p. 483.):

$Q = 2,21 * S * X / (Y^{0,5})$ , onde: Q = Vazão em  $m^3/s$ ; S = Área da secção transversal do tubo ocupada com água em  $m^2$ ; X = distância longitudinal do jato, em m; Y = distância vertical do jato em m.

Onde:

$S = 0,785 * (H/D) * D^2$ , onde: H = Altura de água no tubo em m; D = Diâmetro do tubo em m.

No caso, tínhamos a seguinte situação: Tubo com 0,30 m de diâmetro; Altura de água no tubo de 0,145 m; Área da secção transversal do tubo ocupada com água calculada com a seguinte fórmula:  $S = 0,785 * (0,145/0,30) * 0,30^2 = 0,03415 m^2$

Sendo: Distância longitudinal do jato (X) de 0,234 m;

Distância Vertical do jato (Y) de 0,28 m;

Então:  $Q = 2,21 * 0,03415 * 0,234 / (0,28^{0,5}) = 0,033 m^3/s$

$0,033 * 460 h * 60 m * 60 s = 54.648 m^3$

Então:  $54.648 M^3 \div 5,5 ha$  de área de arroz = **9.936  $m^3/ha$**  (manejo convencional).

A precipitação em Araranguá no período do ciclo do arroz foi de 862 mm (8.620  $m^3/ha$ ), conforme dados da empresa Alliance One (2008), filial de Araranguá, totalizando um fornecimento total de água para o arroz de **18.556  $m^3/ha$** .

#### Comparação com outras referências:

Em pesquisa recente realizada na bacia do Araranguá, Rosso (2007) encontrou consumo de 6.354  $m^3/ha$  para arroz irrigado pré-germinado (sem

percolação) e precipitação efetiva de 5.715 m<sup>3</sup>/ha, com consumo total de 12.069 m<sup>3</sup>/ha. Eberhardt (1994) encontrou consumo por irrigação de 5.308,7 m<sup>3</sup>/ha, precipitação efetiva de 3.647 m<sup>3</sup>/ha e 8.955,7 m<sup>3</sup>/ha de consumo total, em pesquisa conduzida em Itajaí. Estas informações mostram que o consumo medido na lavoura de Moacir Bonelli Aguiar, na safra 2007/08 em Araranguá pode ser considerado um volume alto, por isso utiliza-se este dado para servir de parâmetro máximo de consumo hídrico no arroz irrigado (nota 0). O ponto de corte inferior será o consumo encontrado por Eberhardt (1994), que foi de 8.955,7 m<sup>3</sup>/ha, ou seja, este valor representa a nota 10. O intervalo entre os dois valores, proporcionalmente relacionado, estabelece as notas intermediárias.

#### **3.7.4. Análise físico-químico-biológica da água de irrigação**

As amostras para estas análises foram coletadas nos dias 19/11/06 (1), 27/11/06 (2), 04/12/06 (3), 11/12/06 (4), 18/12/06 (5), 04/01/07 (6), 10/01/07 (7), 17/01/07 (8), 24/01/07 (9), 07/02/07 (10), 22/02/07 (11) e 06/03/07 (12). Nas coletas dos dias 04 e 10/01/07 não havia lâmina d'água na saída da lavoura, pois as canchas estavam vazias para aplicar a adubação de cobertura com esterco de aves.

Os parâmetros analisados nestas amostras foram os seguintes: alcalinidade; turbidez; dureza; amônia; nitrato; nitrito; fósforo-orto; fósforo total; ferro; pH; temperatura; oxigênio dissolvido; saturação de oxigênio; demanda química de oxigênio; condutividade; potássio; e determinação de coliformes fecais e totais.

Pela natureza desses parâmetros, as medições de temperatura, pH, condutividade e oxigênio dissolvido foram realizados no momento da coleta das amostras. Estas medidas foram determinadas com uma multissonda de campo da marca Orion, modelo 1230. As demais determinações foram realizadas no laboratório de análise de água da Epagri, localizado na Estação Experimental de Urussanga. As análises realizadas nas amostras obedeceram aos seguintes procedimentos:

(i) as análises colorimétricas para os parâmetros físico-químicos amônia, nitrato, nitrito, orto-fosfato, ferro, potássio e fósforo foram baseadas nos métodos de análise referenciadas no "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20a edição", as leituras foram realizadas em colorímetro SMART e

espectrofotômetro Bauch e Lomb, modelo spectronic 20. Eventuais aferições foram realizadas em espectrofotômetro Zeiss modelo M500, com duplo feixe;

(ii) a medida de turbidez foi efetuada através do equipamento Turbidímetro “HACH” modelo 2100 P.;

(iii) a determinação da alcalinidade foi baseada no método da titulação potenciométrica até pH pré-determinado, segundo a norma CETESB - L5.102, que aplica a metodologia descrita em APHA, AWWA, WPCF, 1975;

(iv) a determinação da dureza total foi baseada no método titulométrico do EDTA, segundo a norma CETESB - L5.124.;

(v) na análise bacteriológica foram utilizadas cartelas com reativo “Colilert” para a detecção e confirmação simultâneas de coliformes totais (*E. coli*). Este produto utiliza nutrientes-indicadores que produzem cor e fluorescência ao serem metabolizados por coliformes totais e fecais, em um período de 24 horas, incubados a 35 °C ( $\pm 0,5$  °C). Sódio e potássio foram determinados em fotômetro de chama.

Os valores contidos na tabela de resultados para fósforo total ( $\text{PO}_4$ , peso molecular total de 94,974) foram divididos por 3,066 para considerar apenas o peso do elemento fósforo (P, peso 30,974). Os resultados encontram-se no anexo VI.

Para facilitar o ordenamento dos resultados destas análises, usa-se uma técnica da estatística descritiva chamada quartil. Quartil significa matriz ou quarto, divisão em quatro partes. Esta estatística é particularmente útil para dados não simétricos. A mediana (ou percentil 50) é definida como o valor que divide os dados ordenados ao meio. Os quartis inferior e superior, Q1 e Q3, são definidos como os valores abaixo dos quais estão um quarto e três quartos dos valores, respectivamente (RIBEIRO JR., 2008).

Usa-se a seguinte simbologia:

Q0: valor mínimo;

Q1: primeiro quartil (25% dos valores);

Q2: valor médio, que divide os dados em duas metades, é a mediana;

Q3: terceiro quartil (abrange 75% dos valores);

Q4: valor máximo da série de dados.

Esta técnica estatística será utilizada nas situações em que a distribuição dos resultados está dentro dos limites da legislação, principalmente para o resultado

das amostras da água da saída da lavoura. Então se considera resultado fora do limite àquele que está acima do 3º quartil, ou seja, fora dos primeiros 75% dos valores da série. É uma forma de valorizar os resultados que permanecem dentro de  $\frac{3}{4}$  dos valores, eliminando resultados esporádicos ou fortuitos que, se utilizados no cálculo da média, exerceria grande influência no valor.

### **3.7.5. Testes de toxicidade aguda**

Foram coletados 5 litros de água da cultura de arroz orgânico na data de 13/03/2007. Os pontos escolhidos para a realização das coletas foram na entrada e meio da lavoura de arroz irrigado orgânico (propriedade de estudo). Os testes de toxicidade aguda visam avaliar a toxicidade de um agente nocivo sobre uma espécie-teste e seus resultados possibilitam determinar uma concentração confiável da substância química ou efluente para serem lançados ao meio ambiente. Os testes de toxicidade aguda implementados foram: germinação de alface, sobrevivência de larvas de pernilongo *Aedes albopictus* e microcrustáceo *Daphnia magna*. A metodologia de cada teste será explicada a seguir:

#### **3.7.5.1. Bioteste com jovens de *Aedes albopictus***

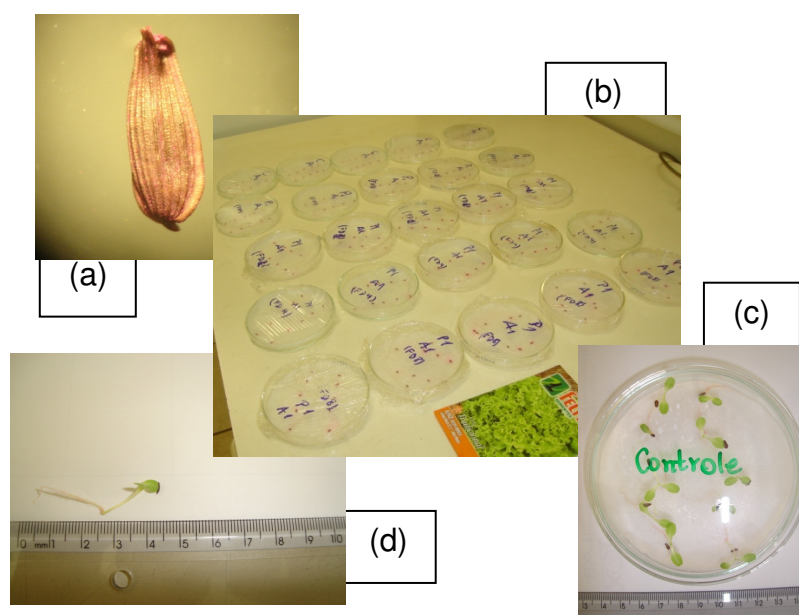
Devido à importância do controle ambiental de agentes químicos usados nas lavouras brasileiras e seu crescente uso, realizou-se essa pesquisa para avaliar os efeitos residuais desses produtos em lavouras orgânicas sobre larvas de *Aedes albopictus* em laboratório. Basicamente o teste consistiu da manutenção por 48 horas de 10 larvas no efluente bruto e verificação da mortalidade. As larvas utilizadas nos ensaios foram mantidas em copos plásticos contendo cerca de 30 ml do efluente bruto. Como controle negativo, 10 larvas foram mantidas em copos plásticos com 30 ml de água desclorada e como controle positivo, foi usado o inseticida Carbofuran na sua forma comercial (Furadan 50GR®) na dose 250 gramas/hectare, considerada uma dose baixa, mas ainda com efeito inseticida, sendo conveniente para este trabalho, pois o ensaio se aproximaria da situação encontrada em campo, onde estaria sendo avaliado o residual deste químico nas

lavouras de arroz orgânico. Os ensaios foram conduzidos à temperatura de  $25\pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa do ar de  $55\pm 10\%$  e fotoperíodo natural.

### 3.7.5.2. Bioteste com espécie vegetal

O bioteste foi realizado com sementes de *Lactuca sativa L.* (alface crespa), para verificar o possível efeito sobre o poder germinativo e o crescimento da alface, em diferentes concentrações da amostra de água de irrigação da cultura de arroz orgânico. Para cada água testada foram realizadas quatro diluições com cinco réplicas. Como controle negativo, utilizou-se água destilada (COSTA, 2007).

Após 7 dias da semeadura, foi realizada a medição das raízes utilizando papel milimetrado. Também foi realizada uma contagem de emissão de radícula no 2° e 3° dia após o início do teste (figura 22), para avaliação da germinação.



**Figura 22:** Realização do ensaio com semente de alface em laboratório: (a) Seleção da semente de alface, imagem com aumento de 40 vezes (Lupa). (b) Montagem do teste, diluições realizadas. (c) imagem da alface (controle) após germinação e crescimento - 7 dias após o início do teste. (d) Detalhe da medição da *Lactuca sativa L.* Fonte: COSTA, 2007.

### 3.7.5.3. Teste de Toxicidade Aguda com *Daphnia magna*

Este teste, feito em laboratório, consiste na exposição, a concentrações conhecidas de um agente tóxico específico ou efluente, da espécie-teste durante

um curto período de tempo, geralmente num período de 48 horas. A vantagem do teste agudo refere-se à obtenção de resultados rápidos e reprodutíveis em curvas de concentração-resposta, facilitando a visualização, identificação e estimativa dos efeitos de substâncias químicas na população em estudo. Os testes foram realizados no Laboratório de Toxicologia Ambiental (Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFSC). Os parâmetros observados nesta forma de teste são imobilidade e letalidade. Os resultados da avaliação dos efeitos agudos de substâncias ou efluentes potencialmente tóxicos através de teste de toxicidade aguda, geralmente são fornecidos através do cálculo da Concentração Letal (CL50) ou a Concentração Efetiva (CE50) a 50% da população em teste (MATIAS, 2005 *apud* COSTA, 2007). Estes resultados expressam somente uma estimativa da toxicidade aguda global da substância, não podendo ser extrapolados para resultados de toxicidade subaguda e crônica. Assim, os testes de toxicidade aguda oferecem informações que são suficientes para iniciar ações de controle.

Os exemplares de *Daphnia*, que apresentam um ciclo de vida médio de quarenta dias, são os organismos mais indicados para bioensaios rápidos, devido à sensibilidade que possuem a uma grande diversidade de poluentes. Como padronização para o teste agudo, o tempo de exposição foi de 48 horas (COSTA, 2007).

Os testes de toxicidade realizados com *Daphnia magna* Straus, 1820, seguiram critérios da norma NBR 12713 da ABNT e CETESB L.5018. As diluições utilizadas para a água coletada na lavoura de arroz foram de 100%, 50%, 25% e 12,5%, usando-se 10 organismos por frasco-teste. Os resultados estão no Anexo I.

### **3.7.6. Teste de Micronúcleo em Peixe**

Na safra 2006/07, exemplares de *Geophagus brasilienses* (Acará) foram coletados com o auxílio de um cesto de palha, colocados em sacos plásticos especiais com oxigênio e transportados para o Laboratório de Toxicologia Ambiental (Florianópolis), onde foram mantidos até a execução dos testes (COSTA, 2007).

Na safra 2007/08, os peixes foram criados dentro das canchas de arroz, amostras de sangue foram coletadas a campo, preparadas as amostras em lâminas

de microscopia, fixadas e levadas ao Laboratório de Toxicologia Ambiental para realização dos testes. Foram criados em cativeiro (abrigo de tela plástica para piscicultura), 21 peixes de três espécies. As espécies escolhidas foram tilápia (*Oreochromis niloticus*), carpa húngara (*Cyprinus carpio* variedade húngara) e carpa cabeça grande (*Aristichthys mobilis*), por se alimentarem de diferentes tipos de alimentos e locais da lâmina de água. Os alevinos colocados foram do tipo II (10 g), para obter melhor sobrevivência. No CETRAR/EPAGRI de Araranguá foi acrescentada a espécie carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*), por se tratar de uma área maior, cultivada no sistema de rizipiscicultura orgânica.

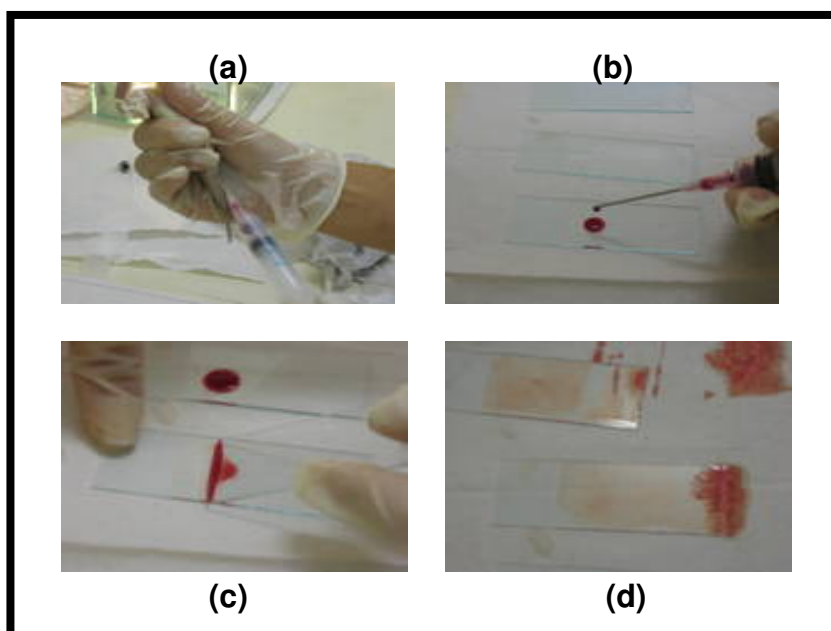
Na propriedade de Diego Niehues, em Nova Veneza, a água de irrigação utilizada foi de açude próprio e os dois sistemas de produção foram conduzidos em áreas contíguas, com saídas de drenagem independentes. Os peixes foram colocados no dia 21/12/2007 e coletadas as amostras no dia 13/03/2008.

### **3.7.6.1. Ensaio de Micronúcleo**

O ensaio constitui em um dos métodos para a medida de danos cromossômicos espontâneos ou induzidos, ou ainda de erros de segregação que ocorrem na divisão cromossômica, uma vez que o micronúcleo resulta da produção de fragmentos acêntricos, ou de cromossomos inteiros que se atrasam em relação aos demais em sua migração para os pólos da célula em anáfase.

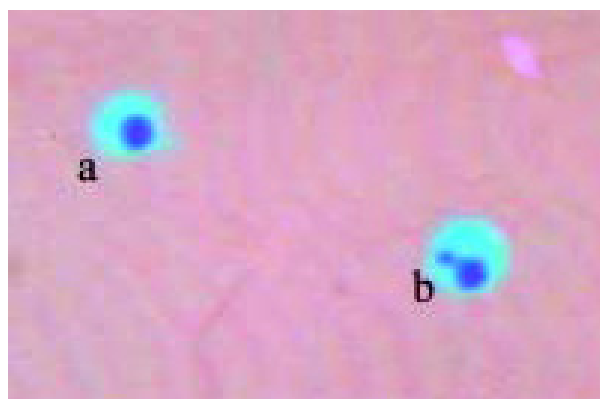
O teste prosseguiu da seguinte forma: coletou-se o sangue da espinha dorsal dos peixes com o auxílio de uma seringa, contendo anticoagulante. Logo após, foram realizados os esfregaços em lâminas de microscopia. Os esfregaços foram fixados em metanol (P.A.) por 20 minutos, permanecendo secando em temperatura ambiente. Após esta etapa, as lâminas foram coradas pelo método Feulgen-Fast-Green, conforme mostra a Figura 23 (BEČAK & PAULETE, 1976 *apud* CARVALHO-PINTO, 2005).





**Figura 23:** Detalhes de procedimentos da preparação das lâminas. (a) Retirada do sangue. (b) Colocação do sangue na lâmina. (c) Realização do esfregaço. (d) Lâminas prontas para serem fixadas. *Fonte:* Moser, 2007 *apud* Costa, 2007.

O critério adotado para identificar os micronúcleos (Figura 24b) foi o de TATES *et al.*(1980) que define os micronúcleos como inclusões citoplasmáticas esféricas, apresentando contorno definido, com diâmetro de 1/10 a 1/3 em relação ao núcleo, com coloração e estrutura similar ao mesmo. Somente células íntegras foram consideradas para a análise, ou seja, com membrana celular e nuclear intactas. Para determinar a frequência da ocorrência de eritrócitos micronucleados foram analisadas em teste cego, 2000 células por lâmina. Este consiste na recodificação das lâminas para que o examinador não tenha conhecimento da origem do material analisado e assim evite-se indução na leitura dos resultados (COSTA, 2007).



**Figura 24:** Hemócitos normais (a) e hemócitos micronucleados - HMN (b). *Fonte:* Carvalho Pinto-Silva *et al.*, 2001 *apud* Costa, 2007.

### 3.7.7. Análise de resíduos de agrotóxicos

As amostras coletadas na entrada, meio e saída da lavoura de arroz irrigado, em doze datas na safra 2006/07, foram analisadas para verificar a presença de resíduos dos principais herbicidas e um fungicida, utilizados na cultura do arroz irrigado, através da extração em fase sólida (C<sub>18</sub>) e determinação por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), conforme relatado por DESCHAMPS & NOLDIN (2001). Foram realizadas no laboratório da Estação Experimental da EPAGRI de Itajaí, incluindo padrões para detecção de picloran, quinclorac, metsulfuron-metil, 2,4-D, pyrazosulfuron, cyclosulfamuron, bispiribaque sódico, penoxysulan, Imazapic, Imazethapir, tricyclazole e bentazone. O picloran é herbicida utilizado em pastagens e, pela precipitação, facilmente pode carrear para os mananciais hídricos. O tricyclazole é um fungicida recomendado para controle de bruzone em arroz. Os demais produtos são herbicidas utilizados na cultura de arroz irrigado convencional.

### 3.7.8. Análise econômica da produção de arroz

Para a análise econômica da produção utilizou-se o software CONTAGRI (Contabilidade Agrícola) desenvolvido pela EPAGRI, que permite a análise técnica, contábil e econômica de dados de propriedades agrícolas e avaliação individual e grupal (principalmente com grupos de propriedades homogêneas). Através deste sistema calcula-se o desempenho técnico-contábil de estabelecimentos agrícolas e de grupos, identificando-se pontos fracos e fortes. Com estas informações, são estabelecidas referências (padrões) para o aconselhamento técnico e gerencial de grupos e de propriedades com sistemas de produção semelhantes aos grupos estudados (SUSKI et al., 1993). Os quadros de comparação são de grande utilidade para reuniões de agricultores (TALAMINI & DALMAZO, 1993) e servem, neste trabalho, para confrontar resultados do sistema de produção de arroz irrigado orgânico, na unidade estudada, com informações geradas em lavouras convencionais, pelo software, em nível regional.

### **3.7.9. Dados referentes à dimensão social**

A coleta de informações para avaliação da dimensão social baseou-se na organização de uma entrevista (Anexo VII), adaptada de exemplos aplicados em avaliação de outras situações com agricultura orgânica no sul do Brasil (DAROLT, 2000; MATOS FILHO, 2004; CORRÊA, 2007; VERONA, 2008). A interpretação da entrevista foi baseada em análise livre do pesquisador, fazendo inter-relações entre todas as respostas e também pelo conhecimento pessoal obtido no convívio com a família no período da pesquisa.

## **3.8. Metodologia para valoração dos indicadores**

Apresentam-se de maneira sucinta os procedimentos e referências usadas para calcular os valores dos indicadores, com o ponto de corte mínimo e máximo e o estabelecimento de intervalos de notas a serem aplicados aos resultados encontrados no estudo de caso.

### **3.8.1. Dimensão ambiental**

#### **3.8.1.1. Produtividade obtida no arroz orgânico**

A produtividade média obtida foi calculada pela média aritmética das produtividades das safras 2003/04, 2004/05, 2005/06 e 2006/07, na propriedade de estudo (Tabela 12).

Para criar o conjunto de parâmetros, possibilitando estabelecer a nota para o desempenho deste indicador, partiu-se como sendo o ponto máximo a média regional de quatro safras acompanhadas pelo Projeto de Socioeconomia da EPAGRI, que apresentou resultado de 7.760,6 kg/ha (Anexo V), sendo a meta para a nota 10. Estes resultados mostram o acompanhamento técnico e contábil de lavouras no sistema convencional de produção, que alcançam níveis altos de produtividade, já que a média geral para o município de Turvo, safra 2007/08 foi de 7.500 kg/ha. Esta produtividade situa-se entre as maiores para o sul do estado, tendo a média estadual atingido o patamar de 6.690 kg/ha. O ponto de corte inferior foi estabelecido como sendo a produtividade suficiente para ressarcir os custos

variáveis (CV) de produção do arroz orgânico, somando-se a remuneração da mão-de-obra familiar. Para este caso, a produtividade que delimita o ponto de corte é de 3.435 kg/ha (ou 44,31% da média regional do sistema convencional), recebendo a nota 0. As produtividades intermediárias receberão notas proporcionais dentro da escala de 0 a 10.

**Tabela 12:** Média regional - arroz convencional - municípios de Turvo e Meleiro

INDICADORES	SAFRAS				MÉDIA 4 SAFRAS
	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	
Produtividade (kg/ha)	7.448,5	7.794	8.050	7.750	<b>7.760,6</b>

### 3.8.1.2. Consumo de água pelo arroz irrigado orgânico (m<sup>3</sup>/ ha):

O limite máximo de consumo hídrico foi estabelecido com base em medida do consumo de uma propriedade localizada em Araranguá, próxima da Rodovia BR-101, que retira água do Rio Araranguá por bombeamento. A informação com método de cálculo está neste capítulo de metodologia (item 3.2.4.3). Este usuário utiliza o sistema convencional de manejo da irrigação no arroz, com mais de uma troca de água por ciclo da cultura.

O consumo de 18.556 m<sup>3</sup>/ha, o maior entre as informações obtidas de outros trabalhos, equivalente à nota 0. Como limite inferior estabeleceu-se o consumo hídrico de 8.955,7 m<sup>3</sup>/ha, menor consumo hídrico total encontrado (EBERHARDT, 1994), que recebe a nota 10.

Consumo hídrico total (m <sup>3</sup> /ha)	Nota
8.955,7 .....	10
9.915,7 .....	9
10.875,8 .....	8
11.835,8 .....	7
12.795,8 .....	6
13.755,8 .....	5
14.715,9 .....	4
15.675,9 .....	3
16.635,9 .....	2
17.596,0 .....	1
18.556,0 .....	0

### 3.8.1.3. Variação das características físicas, químicas e biológicas da água de irrigação do arroz orgânico

#### Parâmetros normativos:

- a) A Portaria Nº 024/79 da Secretaria Estadual de planejamento e Coordenação Geral, que classifica os cursos d'água do Estado de Santa Catarina em classes de uso, enquadra a Sanga das Águas Brancas na classe 2, cujo manancial fornece água para irrigação da unidade do estudo de caso (unidade da pesquisa, Ermo/SC).
- b) Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de Nº 357/2005, que estabelece parâmetros para cursos d'água de classe 2 (tabela 13).

**Tabela 13** - Parâmetros extraídos das referências legais: físico, químico e biológico

Parâmetros	Limite Máximo
1 - Classe do curso d'água utilizado para abastecimento da lavoura pesquisada (Córrego Águas Brancas)	Classe 2
2 - Amônia (mg/L de NH <sub>3</sub> )	3 mg/L de N
3 - Nitrato (mg/L de N)	10 mg/L
4 - Nitrito (mg/L de N)	1 mg/L
5 - Coliformes fecais (NMP/100ml)	1.000
6 - Fosfato - Orto (mg/L - P)	0,03
7 - Oxigênio Dissolvido (OD) em mg/L	> 5,0
8 - pH (logarítmico)	6,0 a 9,0
9 - Turbidez (NTU)	100

A avaliação dos resultados da análise de água da saída da lavoura será o referencial para estabelecer notas, baseada nos parâmetros, a saber:

a) Se os valores das análises da água de irrigação na saída da lavoura estão melhores que na entrada, considera-se resultado positivo (não reduz nota do indicador);

b) Se todos os valores das análises estão dentro dos níveis estabelecidos pelo CONAMA, considera-se normal os resultados situados abaixo do 3º quartil (75% dos valores), de acordo com técnica estatística descrita anteriormente.

Concomitantemente, observa-se se ocorre valor na saída maior que na água de entrada da lavoura. Ex. se existe um valor de saída pior que da água de entrada e um valor acima do 3º quartil, considera-se dois resultados fora do padrão.

#### **3.8.1.4. Bioindicadores**

##### **Efeito da água do Arroz Orgânico sobre larvas de *Aedes albopictus*:**

Para a mortalidade de larvas de pernilongos da espécie *Aedes albopictus* criados em laboratório da UFSC em água coletada na lavoura de arroz orgânico, na fase larval, usa-se a nota 0 para mortalidade 100% e nota 10 para 0%. Os índices intermediários recebem notas proporcionais. Ex.: Mortalidade de 60% tem nota 4.

##### **Efeito da água de irrigação do arroz orgânico sobre a porcentagem de germinação e crescimento inicial de alface (*Lactuca sativa*):**

Alguns produtos, principalmente herbicidas, podem trazer redução do crescimento das plântulas de alface, uma espécie muito sensível a estes agroquímicos. Como no teste a germinação e crescimento de alface foi normal (não houve efeito negativo), considera-se nota 10.

##### **Efeito da água de irrigação sobre imobilidade de *Daphnia magna*:**

Este teste sobre a imobilidade de *Daphnia magna* (teste 48 horas) é amplamente utilizado em avaliações, por se tratar de uma espécie muito sensível a produtos tóxicos. O ponto de corte inferior escolhido foi de 50% de mortalidade/imobilidade (>50% = nota 0), por representar um parâmetro utilizado nos testes de toxicidade (DL 50), ou seja, dose letal para 50% da população em teste. Para 0% de mortalidade/imobilidade atribui-se a nota 10 e os valores intermediários recebem notas proporcionais.

Mortalidade/imobilidade:	Nota
>50% ... ..	0
de 45,1 a 50% .....	1
de 40,1 a 45% .....	2
de 35,1 a 40% .....	3
de 30,1 a 35% .....	4
de 25,1 a 30% .....	5
de 20,1 a 25% .....	6
de 15,1 a 20% .....	7
de 10,1 a 15% .....	8
de 5,1 a 10% .....	9
de 0 a 5% .....	10

#### **Efeito da água de irrigação sobre micronucleação em peixes:**

Este indicador reflete o efeito da água de irrigação do arroz sobre a micronucleação de hemácias do sangue de peixes. Foram coletados peixes criados na unidade estudada, em lavoura conduzida no sistema orgânico (safra 2006/07) e sistema convencional (safra 2007/08), conduzidas nos municípios de Ermo. O teste verifica os possíveis efeitos mutagênicos de resíduos agroquímicos presentes na água de irrigação. De acordo com parâmetros da metodologia (CARVALHO PINTO-SILVA, 2005), de 0 a 3 células micronucleadas em 2.000 células analisadas é considerado um resultado normal, sendo atribuída a nota 10. Acima de 3 células micronucleadas/ 2.000 analisadas, atribui-se a nota 0.

Obs.: Ainda não há definição de níveis intermediários para alterações por micronucleação. Temos apenas a opção de resultado normal (0 a 3) ou alterado (acima de 3).

#### **3.8.1.5. Resíduos de agrotóxicos na água de irrigação do arroz orgânico, safra 2006/07 (Ermo/SC):**

O objetivo das análises de água de irrigação do arroz orgânico é verificar se o insumo é adequado às normas brasileiras para produção orgânica (Lei N°. 10.831), já que o manancial utilizado é de origem externa à propriedade. Como não é permitido uso de agrotóxicos na produção de arroz orgânico, adota-se apenas duas classes de notas:

Água sem resíduos de agrotóxicos (pelo método cromatográfico) .....	nota 10
Água com resíduos de agrotóxicos (qualquer teor) .....	nota 0

### 3.8.2. Dimensão econômica

Utilizar-se-á de parâmetros médios de propriedades produtoras de arroz irrigado no sistema convencional de produção, das mesmas safras agrícolas acompanhadas pela contabilidade agrícola na unidade deste estudo de caso (ver Tabela 14 e Anexo V). O “software” utilizado para os cálculos foi o CONTAGRI, desenvolvido pela EPAGRI/SC, com uso já consagrado nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, tanto por serviços públicos como pela iniciativa privada. Estes resultados servem apenas de parâmetros para definição de faixas de cada indicador e respectivas notas por desempenho. Obviamente os rizicultores observam atentamente alguns destes parâmetros, como renda bruta e margem bruta/ha, quando estão analisando outros sistemas alternativos de produção de arroz irrigado, pois são indicadores de grande relevância na atual sociedade e, em particular, na atividade arrozeira.

**Tabela 14:** Médias regionais de propriedades agrícolas com arroz irrigado convencional pré-germinado, acompanhadas pela EPAGRI (Contabilidade Agrícola).

INDICADORES	SAFRAS				MÉDIA 4 SAFRAS
	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	
Preço médio de venda (R\$/kg)	0,63	0,397	0,391	0,435	<b>0,463</b>
Renda Bruta (RB/ha)	4.684,04	3.114,44	3.164,00	3.297,00	<b>3.564,87</b>
Custos Variáveis (C.V./ha)	1.214,67	1.346,02	1.147,00	1.263,00	<b>1.242,67</b>
Margem Bruta (MB/ha)	3.469,38	1.768,42	2.031,00	2.034,00	<b>2.325,70</b>
Margem Bruta/ha/UTH	1.667,97	987,94	1.482,48	1.816,07	<b>1.488,62</b>
Recursos externos (desembolso/ha)	2.170,88	1.680,46	1.235,00	1.263,00	<b>1.587,34</b>
Produtividade necessária para cobrir C.V.+ mão-de-obra familiar (kg/ha)	3.447	4.233	3.155,5	2.903,5	<b>3.435</b>
% produtividade média para cobrir C.V. + mão-de-obra familiar (%)	46,28	54,31	39,20	37,46	<b>44,31</b>
Maior variação negativa da média regional da produtividade ( % )	- 4,02%	+ 0,43%	+ 3,73%	- 0,14%	<b>- 4,02%</b>
Unidades Trabalho Homem (UTH) dedicadas ao arroz irrigado	2,08	1,79	1,37	1,12	<b>1,59</b>

Fonte: Pellegrin, 2008.



### 3.8.2.1. Variação da produtividade do arroz irrigado

Um dos pontos de vulnerabilidade do agroecossistema arroz orgânico, sem dúvida, encontra-se na instabilidade da produção. Este indicador tem grande relevância para a segurança de renda da família. Nota-se que o percentual de variação da produtividade na lavoura convencional foi de 4,02%, considerado baixo. Este valor ficou estabelecido como ponto de corte mínimo, recebendo a nota 10. Se esta variação atinge o índice de 50%, estabelece o limite máximo, pois acima deste valor (> 50%) a receita bruta da lavoura não consegue remunerar o custo variável mais a mão-de-obra familiar empregada na produção do arroz orgânico. Para este índice atribui-se a nota 0.

Porcentual de variação	Nota
≤ 4,02% (variação da produtividade regional) .....	10
≤ 9,12% .....	9
≤ 14,24% .....	8
≤ 19,35% .....	7
≤ 24,46% .....	6
≤ 29,56% .....	5
≤ 34,67% .....	4
≤ 39,78% .....	3
≤ 44,89% .....	2
≤ 50,00% .....	1
> 50,00% .....	0

### 3.8.2.2. Grau de dependência de insumos externos à propriedade

Para definir o padrão deste indicador, parte-se do entendimento que a meta ideal de independência de recursos externos à propriedade será aquele em que o custo variável (CV) atingirá o valor mínimo possível, quando se dispõe de insumos/recursos próprios máximos (parte-se de dados de Neuza Acordi Fernandes):

Item de custo	Valor de mercado (R\$)
a) Adubos (esterco, casca de arroz carbonizada, resíduos orgânicos) ..	R\$ 130,48
b) Semente própria .....	R\$ 183,10
c) Água para irrigação (açude/reservatório) .....	R\$ 30,02
d) Colheitadeira própria .....	R\$ 321,90
Total hipoteticamente evitável de desembolso .....	R\$ 665,50

Para um gasto médio de R\$ 872,86 de custos variáveis (CV), o arroz orgânico na propriedade de Neuza poderia gastar apenas R\$ 207,36/ha (CV), adquirindo aquilo que necessariamente depende do comércio (insumo/recuso externo), como combustíveis, algum insumo industrializado permitido (ex. sulfato de cobre). No outro extremo, tem-se o custo variável médio regional, de R\$ 1.242,67. Esta média não inclui o pagamento de colheita por terceiros. Ocorrendo este desembolso, chega-se a um custo variável de R\$ 1.552,27/ha, para o sistema convencional (dados da EPAGRI).

Cálculo:

Média produtividade regional = 7.760,6 kg/ha

Pagamento de colheita = 10% do produto (776 kg/ha x R\$ 0,463/kg) = 359,60

Desconto de despesa incluída no CV (combustível, lubrificante, oficina) = 50,00

Valor de acréscimo ao CV por pagamento de colheita = R\$ 309,60

Custo variável máximo hipotético médio regional = R\$ 1.552,27

Desembolso em custos variáveis/ha (CV/ha) .....	Nota
207,36 .....	10
341,85 .....	9
476,34 .....	8
610,83 .....	7
745,32 .....	6
879,82 .....	5
1.014,31 .....	4
1.148,80 .....	3
1.283,29 .....	2
1.417,78 .....	1
1.552,27 .....	0

### 3.8.2.3. Margem Bruta/ha

Para cobrir os Custos Variáveis (CV) do arroz orgânico são necessários, no mínimo, 55% do valor da margem bruta regional (R\$ 2.325,70). Este foi o ponto de corte inferior definido para estabelecer a nota 0. Se a margem bruta do arroz orgânico atingir 100% ou mais da média regional do arroz convencional, será atribuída a nota 10.

Porcentagem da média regional (MB/ha)	Nota
≥ 100% .....	10
95% .....	9
90% .....	8
85% .....	7
80% .....	6
75% .....	5
70% .....	4
65% .....	3
60% .....	2
55% .....	1
< 55% .....	0

### 3.8.2.4. Relação benefício/custo

Utiliza-se como “benefício” a margem bruta/ha do arroz orgânico e, como “custo”, o custo variável/ha (CV/ha). Considerando-se a renda bruta média/ha do arroz orgânico, propriedade de Neuza A. Fernandes, que é de R\$ 3.219,47 e o CV mínimo ideal de R\$ 207,36, teremos um índice  $(B/C) = 3.219,47/207,36 = 14,5$ , tido como ideal, para este caso, sendo atribuída a nota 10. Na hipótese da família contratar a mão-de-obra (1,0 UTH) por seis meses/safra, período de maior exigência de trabalho no arroz, o CV/ha chegaria a R\$ 2.708,86, tendo por base o salário mínimo médio 2003/2007 de R\$ 306,00 ( IOB, 2008). Nesta hipótese, nosso menor índice B/C será de 0,19 e sendo atribuída a nota 0. Os valores intermediários de margem bruta (MB) recebem notas proporcionais (Tabela 15).

**Tabela 15:** Relação Benefício/Custo e critérios de avaliação.

Margem bruta (MB)	Custo Variável (CV)	Benefício/Custo (MB/CV)	Nota
3.012,11	207,36	14,53	10
2.761,96	457,51	6,04	9
2.511,81	707,66	3,55	8
2.261,66	957,81	2,36	7
2.011,51	1.207,96	1,67	6
1.761,36	1.458,11	1,21	5
1.511,21	1.708,26	0,88	4
1.261,06	1.958,41	0,64	3
1.010,91	2.208,56	0,46	2
760,76	2.458,71	0,31	1
510,61	2.708,86	0,19	0

Fonte: Autor.

### 3.9. Dimensão social

#### 3.9.1. Critérios da dimensão social

Os critérios que foram adotados na dimensão social pelo pesquisador (tabela 16), seguem sugestão de Matos Filho (2004), em que se utiliza uma escala de cinco níveis das variáveis de cada indicador.

**Tabela 16:** Critérios para valoração dos indicadores sociais.

Desempenho ou situação	Nota
Crítico	2
Sofrível	4
Regular	6
Bom	8
Ótimo	10

Fonte: Adaptado de Matos Filho, 2004.

As notas foram estabelecidas com base numa entrevista aplicada aos membros da família de Neuza Acordi Fernandes (Estudo de Caso), com interpretação dedutiva do pesquisador, procurando interconectar as respostas relacionadas com cada indicador (ver Anexo VII).

Para o indicador “remuneração da mão-de-obra familiar”, o estabelecimento de parâmetros partiu da premissa (meta ideal) de que 25% dos Custos Variáveis (CV) precisam ser obtidos fora da propriedade, valor equivalente a R\$ 207,36 (ver indicador dependência de insumos externos). Para este caso, a margem bruta/ha do arroz orgânico ficaria em MB/ha (R\$) = (renda bruta – CV), ou R\$ 3.219,47 – 207,36 = R\$ 3.012,11. Então:

Remuneração da mão-de-obra: MB/ha/UTH	Nota
R\$ 3.012,11 .....	10
R\$ 2.584,26 .....	8
R\$ 2.156,41 .....	6
R\$ 1.728,56 .....	4
R\$ 1.300,71 .....	2
R\$ 872,86 (= Custos Variáveis, ou MB = a R\$ 0,00) .....	0

O ponto de corte inferior será o valor de R\$ 872,86, pois nesta situação a margem bruta será R\$ 0,00. Se estes parâmetros forem aplicados à média regional da remuneração da mão-de-obra/ha/UTH, que é de R\$ 1.462,70, a nota será 2,25.

Para o indicador “aptidão do sistema de produção arroz orgânico”, deve-se determinar se o cultivo é apto para aquele lugar e, portanto, se é sustentável ecologicamente. Para Camino e Müller (1993), deve-se submeter à prova a aptidão de um sistema de cultivo em um determinado lugar (no caso, a propriedade de Neuza Acordi Fernandes). Tal indicador da dimensão social vai avaliar a adaptabilidade do sistema de manejo arroz orgânico também às características da família. Entende-se que uma família pode operacionalizar com sucesso este manejo, enquanto outras não conseguem implementá-lo satisfatoriamente. Parte-se do princípio que as características familiares fazem parte das condições ambientais da propriedade, já que para Daget & Godron (1976) *apud* Camino & Müller (1993), em um determinado momento, é o conjunto de agentes físicos,

químicos, biológicos e fatores sociais que poderão influenciar, de maneira direta ou indireta, de imediato ou a prazo, os seres vivos e as atividades humanas. De acordo com a interpretação das respostas dos familiares concedidas na entrevista, o autor desta pesquisa estabeleceu níveis de satisfação da família com o sistema arroz orgânico, grau de conhecimento sobre o sistema de produção de arroz orgânico e o grau de adaptação do agroecossistema ao manejo praticado pela família.

Para apresentar o resumo de todos os parâmetros, indicadores e variáveis aplicados neste estudo, a Tabela 17 organiza, por dimensão da sustentabilidade, os atributos e elementos avaliados.

Tabela 17: Dimensão, Atributos, Elementos sob análise, Indicadores, Variáveis, modo de cálculo (Dimensão ambiental)

DIMENSÃO	ATRIBUTO	ELEMENTO OU TEMA	INDICADOR	VARIÁVEIS E FORMA DE CÁLCULO DA NOTA
Ecológica ou Ambiental	Produtividade	Solo	Produtividade obtida / ha	Porcentagem da produtividade média regional = 7.760,6 kg/ha (100%)..... nota 10 Ponto de corte = 3.435 kg/ha (44,31%) nota 0
		Água	Consumo de água (m <sup>3</sup> / ha)	Consumo excessivo (18.556 m <sup>3</sup> /ha) = nota 0 Consumo médio (13.755,8 m <sup>3</sup> /ha) = nota 5 Consumo reduzido (8.955,7 m <sup>3</sup> /ha) = nota 10
	Estabilidade Resiliência Confiabilidade	Água	Varição das características físicas da água de irrigação	Comparação com padrão legal e 3º quartil.
			Varição das características químicas da água de irrigação	Comparação com padrão legal e 3º quartil.
			Varição das características biológicas da água de irrigação	Comparação com padrão legal e 3º quartil.
			Efeito do arroz orgânico sobre o bioindicador pernilongo <i>Aedes albopictus</i>	Mortalidade 0% ..... nota 10 Mortalidade 100% ..... nota 0
			Efeito do arroz orgânico sobre o bioindicador alface	Sem interferência negativa = nota 10
			Efeito do arroz orgânico sobre o bioindicador <i>Daphnia magna</i>	Mortalidade de 0 a 5% ..... nota 10 Mortalidade >50% (DL50) ..... nota 0
			Efeito do arroz orgânico sobre micronucleação (MN) de células de peixe	MN normal (0 a 3 / 2.000 células) .. nota 10 MN acima de 3 células/2.000 ..... nota 0
			Resíduos de agrotóxicos na água de irrigação	Sem resíduos detectáveis ..... nota 10 Com resíduos detectáveis ..... nota 0

Cont. Tabela 17: Dimensão, Atributos, Elementos sob análise, Indicadores, Variáveis, modo de cálculo (Dimensão econômica)

DIMENSÃO	ATRIBUTO	ELEMENTO OU TEMA	INDICADOR	VARIÁVEIS E FORMA DE CÁLCULO DA NOTA
Econômica	Estabilidade Resiliência Confiabilidade	Manejo do Arroz Orgânico	Varição da produtividade	Varição até -4,02% (média regional)= nota 10 Varição neg.> 50% da média regional= nota 0
		Manejo do Arroz Orgânico	Dependência de recursos externos	Desembolso em Custos Variáveis/ha (CV/ha): CV = R\$ 207,36 ..... nota 10 CV = R\$ 1.552,27 ..... nota 0
		Solo	Relação Margem Bruta/ha (MB/ha)	MB/ha A.O. ≥ média regional = nota 10 MB/ha A.O. < 55% da média regional = nota 0
		Desempenho: agroecossistema Arroz Orgânico	Relação benefício/custo	Relação Benefício/Custo = Margem Bruta/ CV Índice 14,5 ..... nota 10 Índice 0,19 ..... nota 0
Social	Eqüidade	Recursos do sistema	Remuneração da mão-de-obra familiar (MB/ha/UTH)	Ótimo (R\$ 3012,11) .. 10 Crítico (R\$ 872,86) .... 0
		Manejo do Arroz Orgânico	Satisfação da família com arroz orgânico (A.O.)	Ótimo = nota 10 Regular = nota 6 Crítico = nota 2
		Ambiente interno e externo	Grau de percepção da família sobre vantagens do A.O. para saúde (produtor, consumidor e ambiente)	Ótimo = nota 10 Regular = nota 6 Crítico = nota 2
		Manejo do Arroz Orgânico	Grau de conhecimento da família sobre sistema A.O.	Ótimo = nota 10 Regular = nota 6 Crítico = nota 2
		Manejo do Arroz Orgânico	Grau de adaptação do sistema A.O. ao manejo praticado pela família	Ótimo = nota 10 Regular = nota 6 Crítico = nota 2



### **3.10. Integração e apresentação dos resultados:**

Os resultados de cada indicador, com suas respectivas notas, variando de 0 a 10, são apresentados em gráfico do tipo radial, seguindo sugestão de vários autores (LÓPEZ-RIDAURA et al., 2000; ASTIER, 2004; MATOS FILHO, 2004; CORRÊA, 2007). Cada vértice do polígono representa um indicador e o valor da nota é marcado no raio correspondente. Unindo-se todos os pontos, forma-se uma figura poligonal sendo que quanto mais se aproxima do valor 10 (polígono cheio), melhor é o desempenho. Apresenta-se um gráfico radial para cada dimensão da sustentabilidade (ambiental, econômica e social) e um gráfico que integra a média final de cada dimensão, facilitando a análise da sustentabilidade.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Indicadores ambientais**

#### **4.1.1. Produtividade**

A produtividade média de quatro safras de arroz orgânico na propriedade pesquisada foi de 6.022,5 kg/ha (Anexo IV). Conforme parâmetros estabelecidos na metodologia, para esta produtividade atribui-se a nota 5,99, correspondente a 70% do valor médio de produtividade regional.

Segundo Rosso (2008), em informação pessoal, a produtividade média da cultura de arroz irrigado no município de Turvo foi de 7.500 kg/ha (safra 2007/08), considerada uma das melhores do sul catarinense. A diferença de rendimento foi compensada pelo adicional de 20% do valor de mercado que o produto orgânico recebe. Este indicador pode melhorar se o produtor tiver um bom domínio da tecnologia, obtendo rendimentos com menor oscilação entre safras.

#### **4.1.2. Consumo de água**

Considerando a precipitação de 844 mm e o valor de 432,5 mm da água de irrigação (Tabela 18), o consumo hídrico total foi de 1.276,5 mm (12.765 m<sup>3</sup>/ha). Pelos critérios estabelecidos na metodologia, este consumo hídrico equivale à nota 6. Proporcionalmente, cada volume de 96 m<sup>3</sup>/ha de consumo de água significa 0,1 pontos na nota. O desempenho deste indicador recebe assim a nota 6,03.

Stone (2005) indica a necessidade de 0,77 a 1,02 L/s/ha durante todo o período do preparo do solo e ciclo da cultura do arroz irrigado. No presente estudo para o período total de 165 dias, o consumo de água foi de 0,90 L/s/ha, situando-se no intervalo apontado por aquele autor. Citando trabalho realizado nos Estados Unidos (USA), Stone (2005) apresenta um exemplo de eficiência de uso da água no arroz de 4,8 kg por mm. Este valor está bastante próximo ao obtido na presente dissertação, cujo valor para o arroz orgânico foi de 4,7 kg por mm.

**Tabela 18:** Balanço hídrico - arroz orgânico na propriedade de Neuza Fernandes

Precipitação (mm)	844,0
Irrigação (mm)	432,5
Total de consumo de água (mm)	1.276,5
Drenagem + Escoamento (mm)	420,8
Percolação profunda (mm) - não medida	0,00
Evapotranspiração (mm)	855,7
Total de perdas (mm)	1.276,5
Vazão total necessária (L/s/ha)	0,90
Vazão de irrigação neste caso ( L/s/ha)	0,30

O Anexo V apresenta resultados de balanço hídrico, calculados para a situação da bacia do Araranguá, que permite analisar o comportamento de algumas variáveis climáticas ao longo do período de acompanhamento (1946 - 1986), mostrando precipitação superior nos resultados deste caso estudado (2006-2008).

#### 4.1.3. Qualidade da água

Segundo Rodrigues et al. (2002), a qualidade da água é possivelmente o indicador mais sensível dos impactos causados pelas atividades agropecuárias, tanto no ambiente de produção como no seu entorno. Este autor destaca que quando o objetivo da pesquisa for qualidade dos recursos hídricos, análises físico-químicas e de resíduos de pesticidas são mais relevantes quando envolve atividades agropecuárias.

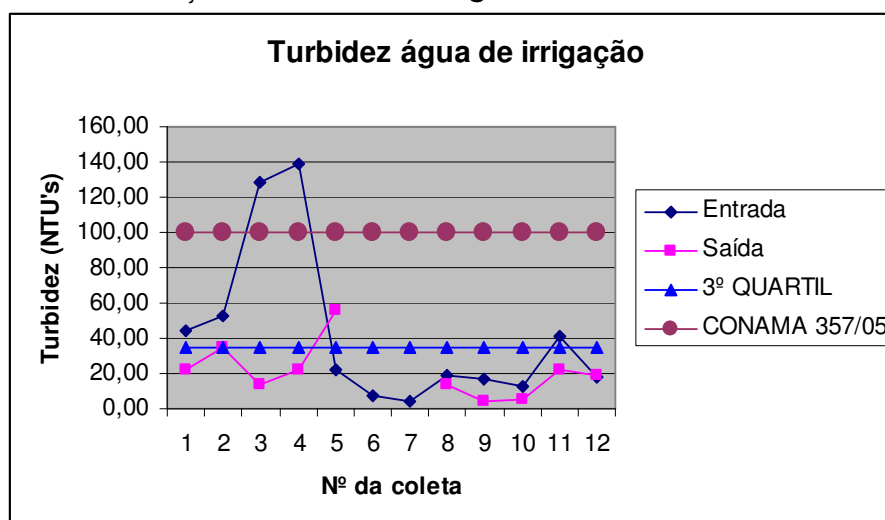
A avaliação dos resultados da análise das amostras coletadas na safra 2006/07 na lavoura de arroz orgânico de Neuza Acordi Fernandes foi comparada com parâmetros legais (CONAMA 357/2005), utilizando-se análise estatística com base no cálculo da mediana e ponto de corte no terceiro quartil. A mediana separa os resultados extremos e considera como valor médio os resultados distribuídos na porção mediana da curva de distribuição normal dos resultados. Este procedimento reduz a importância de algum dado extremo, que acabaria influenciando fortemente a média dos resultados. O uso combinado dos dois parâmetros, em alguns casos, auxilia a análise e atribuição de notas para resultados de parâmetros físicos, químicos e biológicos da água de irrigação da unidade pesquisada.

As coletas dos dias 04 e 10 de janeiro de 2007 não incluíram amostra na saída da lavoura, pois toda a lâmina da água de irrigação havia sido descarregada para aplicação de esterco.

#### 4.1.3.1. Características físicas da água (entrada x saída):

A turbidez é utilizada como indicador das características físicas da água de irrigação do arroz orgânico, uma vez que a temperatura não mostrou episódios relevantes. Nota-se que o resultado de duas análises mostraram-se acima do limite estabelecido pelo CONAMA (Gráfico 3), mas correspondem a água de entrada da lavoura, sem interferência do agroecossistema avaliado. Posteriormente, quando da saída de água da lavoura, apenas uma amostra apresentou turbidez acima do ponto de corte do 3º quartil. Assim, se atribui a nota 9,0 em função da variação de parâmetros físicos da água de irrigação. Neste parâmetro o arroz mostrou capacidade de depuração, pois a média da turbidez da água foi melhor na saída da lavoura, em relação ao ponto de entrada. Quando a turbidez é antrópica, como neste caso, pode estar ligada a compostos orgânicos e tóxicos. Em excesso, reduz a fotossíntese de partes verdes submersas e algas e, como conseqüência, pode diminuir a reprodução de peixes. A coloração apresenta baixa correlação com o risco sanitário (LANNA, 2002).

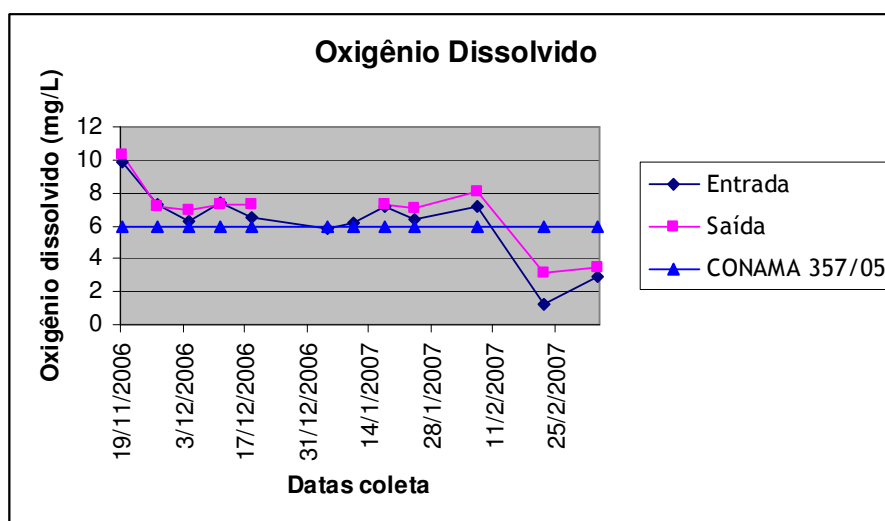
**Gráfico 3:** Variação da turbidez na água de entrada e saída da lavoura.



#### 4.1.3.2. Características químicas da água (entrada x saída)

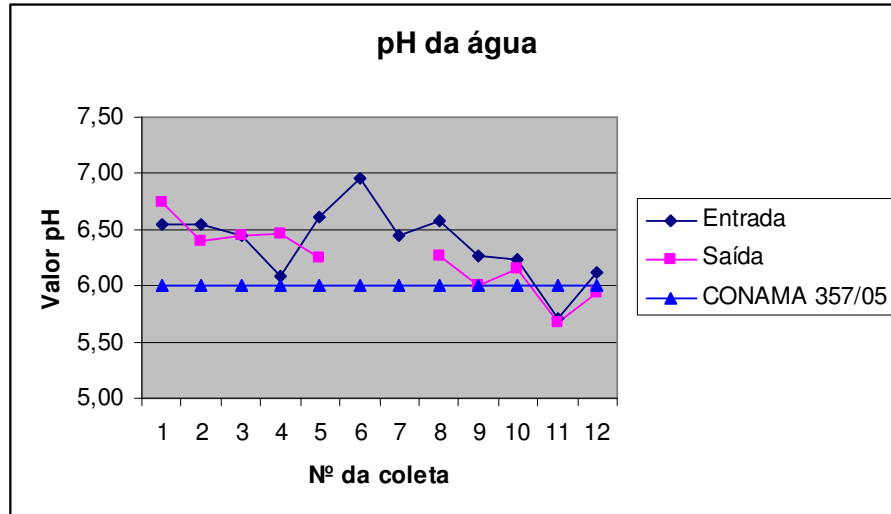
Com relação ao oxigênio dissolvido, em dez amostras analisadas, duas apresentaram resultado abaixo do limite inferior para este parâmetro (Gráfico 4), e pelos critérios estabelecidos, atribui-se nota 8,0 para este indicador. É desejável que as águas superficiais estejam saturadas de oxigênio, para a manutenção dos processos de autodepuração dos mananciais (LANNA, 2002), sendo um dos parâmetros mais significativos para as análises de qualidade da água, pois se encontra diretamente relacionado com a manutenção de vida dos organismos aeróbios que habitam o meio aquático (BONUMÁ, 2006).

Gráfico 4: Variação da taxa de oxigênio dissolvido na água de irrigação.



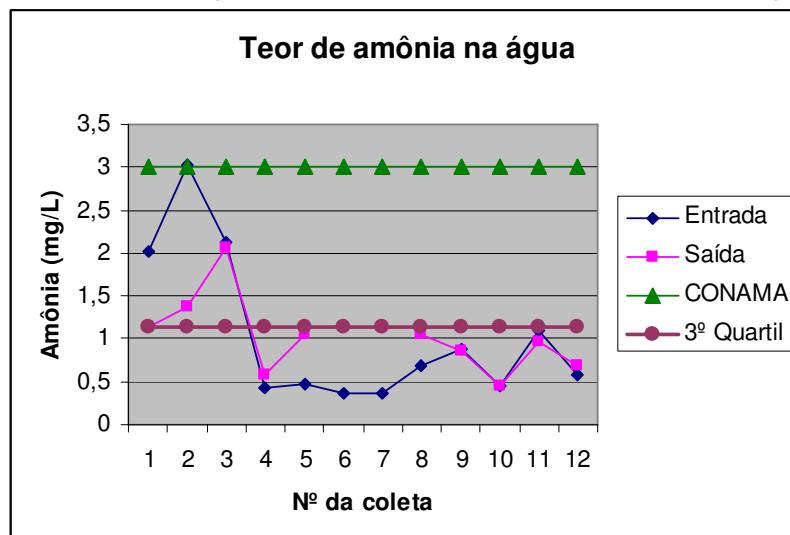
Quanto ao pH da água dois resultados estão abaixo do nível mínimo fixado pelo CONAMA 357/2005, recebendo a nota 8,0, sendo que os menores índices de pH foram registrados já no fim do ciclo do arroz, quando a temperatura ambiente é alta e o nível da água nas canchas já bastante reduzido (Gráfico 5). O pH deve estar próximo da neutralidade. Valores elevados podem estar associados com a proliferação de algas e causar incrustações, enquanto valores baixos provocam corrosão (LANNA, 2002).

Gráfico 5: Variação do pH na água de irrigação.



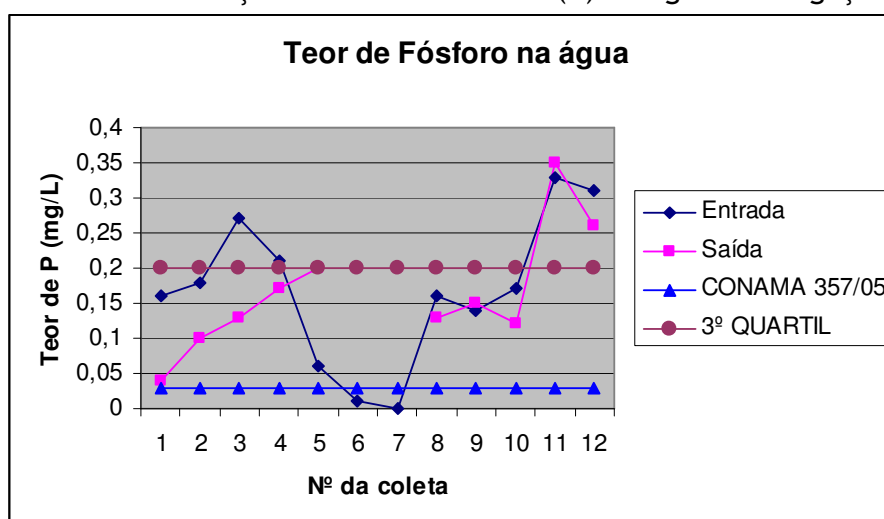
Para o Teor de amônia ( $\text{NH}_3$ ) na água de irrigação o ponto de corte do 3º quartil mostra dois resultados acima deste valor (de dez amostras) e um resultado de entrada com teor superior ao limite do CONAMA (Gráfico 6). Atribui-se a nota 8,0 para este parâmetro, mesmo que no geral o comportamento deste indicador tenha sido sempre próximo ou abaixo do padrão adotado.

Gráfico 6: Variação do teor de amônia na água de irrigação.



Os valores de teor de Fósforo (P) na água de irrigação indicaram que a grande maioria dos resultados posicionaram-se acima do limite do CONAMA, mas apenas três deles foram superiores aos valores das amostras de entrada da lavoura, atribuindo-se a nota 7,0 para este parâmetro (Gráfico 7). O fósforo é um dos mais importantes nutrientes para o crescimento de plantas aquáticas. Quando ele ocorre em excesso pode haver o fenômeno da eutrofização. Na água, o fósforo pode ser encontrado em várias formas, entre elas como ortofosfatos, que são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico, sem necessidade de transformações para formas mais simples (BONUMÁ, 2006).

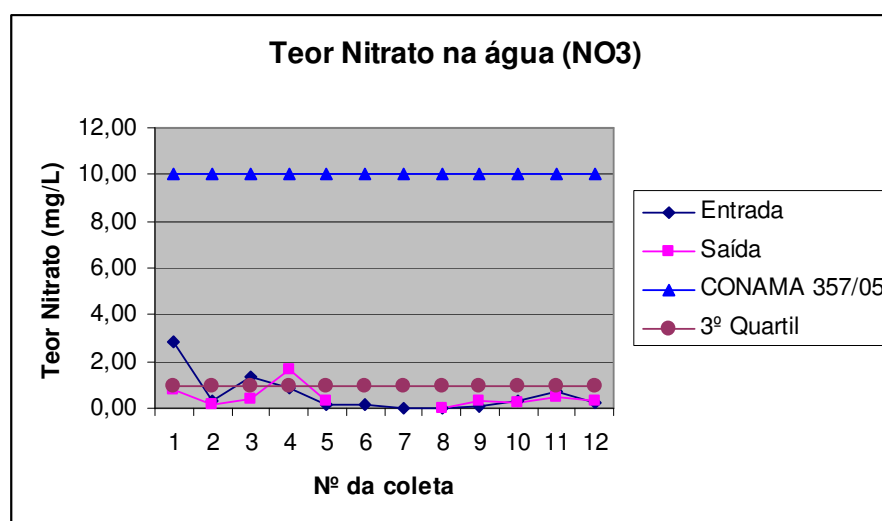
**Gráfico 7:** Variação do teor de fósforo (P) na água de irrigação.



Quanto ao teor de Nitrato na água de irrigação, embora os resultados estejam abaixo do limite da Resolução do CONAMA, verificou-se somente um resultado acima do ponto de corte do 3º quartil, na água da saída da lavoura em relação ao valor de entrada no sistema (Gráfico 8). Atribui-se nota 9,0 neste parâmetro. O nitrogênio, um importante nutriente para o crescimento de algas e plantas aquáticas superiores, também pode contribuir para o fenômeno de eutrofização. Dentro do ciclo do nitrogênio, este elemento pode ser encontrado em muitas variações moleculares e estados de oxidação. Em recursos hídricos, uma das formas que este elemento pode se apresentar é como íon nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), que é uma forma oxidada de nitrogênio

(BONUMÁ, 2006). Nitrato acima de 5 mg/L indica condições sanitárias inadequadas (LANNA, 2002). Nota-se que, apesar da utilização de esterco de aves em dose elevada, confrontando com as recomendações de pesquisa no assunto, a concentração deste indicador não ultrapassou 3 mg/L, indicando boa capacidade de depuração do agroecossistema.

**Gráfico 8:** Variação do teor de nitrato na água de irrigação.



#### 4.1.3.3. Parâmetros químicos:

O desempenho médio dos cinco indicadores nos parâmetros químicos da qualidade da água de irrigação (nota 8,00), considerado como um bom resultado, pois os valores estiveram sempre próximos ou dentro dos limites da Resolução do CONAMA Nº 357/2005.

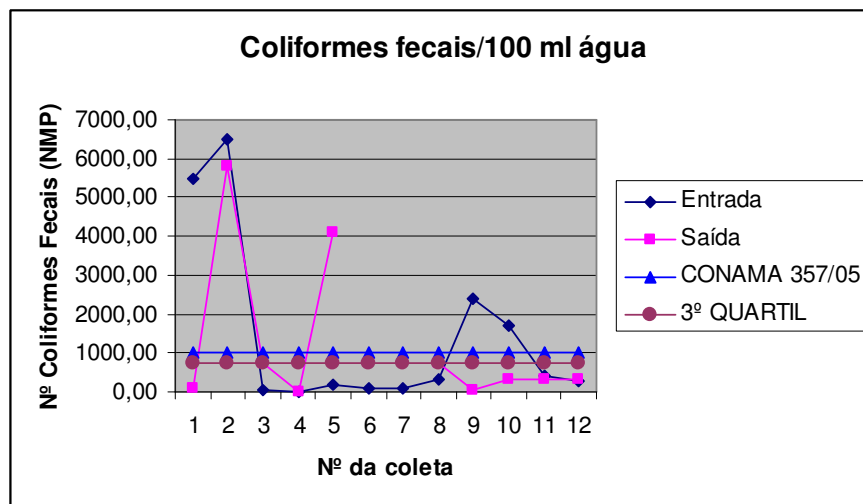
#### 4.1.4. Características biológicas da água (entrada x saída)

Considerando que dois valores se mostram acima do valor de entrada e do limite do CONAMA atribui-se a nota 8,0 para este parâmetro. Em geral, tem-se uma redução de coliformes fecais na água de saída em relação à entrada da lavoura

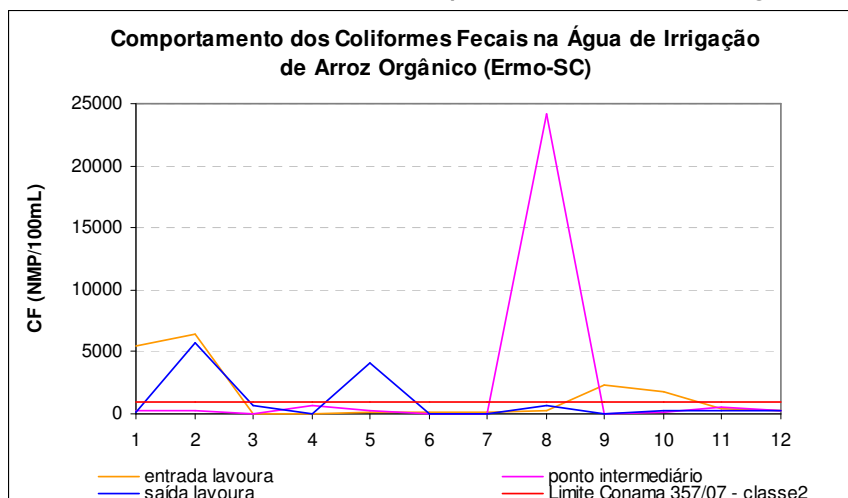


(Gráfico 9 e Anexo VI). O pico de coliformes fecais na saída em 27/11/06 (Gráfico 10) acompanha o resultado da entrada da lavoura, enquanto o pico de coliformes na saída em 18/12/06 foi consequência da aplicação de esterco em cobertura. O comportamento deste indicador mostrou que, mesmo utilizando adubação orgânica em alta dose, o sistema tem uma boa capacidade de depuração, não representando risco ambiental neste estudo. Nas coletas dos dias 04 e 10/01/07 (coletas 6 e 7) as canchas estavam vazias.

**Gráfico 9:** Variação de coliformes fecais na água de irrigação.



**Gráfico 10:** Coliformes Fecais nos três pontos de coleta de água na lavoura.



#### **4.1.5. Bioindicadores de qualidade da água.**

##### **4.1.5.1. Larvas de *Aedes albopictus***

As amostras de água coletadas na lavoura estudada não afetaram a sobrevivência das larvas do pernilongo em teste (mortalidade 0%) e, portanto, atribuiu-se a nota 10. Todavia, larvas da mesma espécie *Aedes albopictus*, expostas ao carbofuran, um dos agrotóxicos mais utilizados em lavouras de arroz convencional, em dose semelhante àquela utilizada na aplicação em lavouras, observou-se 100% de mortalidade, em teste realizado no LABTOX/ENS/UFSC (COSTA, 2007). Esta pesquisa indica que a rizicultura sem uso de qualquer agrotóxico, evidencia claramente as vantagens ecológicas deste sistema, embora outros fatores devam ser levados em conta na tomada de decisão dos agricultores.

##### **4.1.5.2. Índice de germinação de sementes de alface**

Os resultados apresentados na Tabela 19 mostram que apesar do índice de germinação (IG) ter reduzido com o uso da água das amostras coletadas na lavoura de arroz orgânico em relação ao controle, os valores encontram-se dentro da exigência mínima (80% de germinação), e o crescimento das plantas (Tabela 20) foi até superior devido, provavelmente, à adubação orgânica realizada na lavoura. Diante destes dados atribuiu-se a nota 10.

**Tabela 19:** Índice de Germinação das sementes de alface para diferentes amostras.

<b>Data da Coleta:</b>	<b>13/03/2007</b>
<b>Data Início do Teste:</b>	21/03/2007
<b>Data da Leitura:</b>	23/03/2007
<b>Amostra</b>	<b>Índice de Germinação - IG (%)</b>
Controle	98
Arroz Orgânico (FD 1)	92
Arroz Orgânico (FD 2)	92
Arroz Orgânico (FD 4)	88
Arroz Orgânico (FD 8)	90

Fonte: COSTA, C. H., (2007)

**Tabela 20:** Tamanho médio das plântulas de alface

<b>Data da Coleta:</b>	<b>13/03/2007</b>
<b>Data Início do Teste:</b>	21/03/2007
<b>Data da Leitura:</b>	28/03/2007
<b>Amostra</b>	<b>Média Tamanho das Plântulas (cm)</b>
Controle	3,61
Arroz Orgânico (FD 1)	5,62
Arroz Orgânico (FD 2)	5,47
Arroz Orgânico (FD 4)	4,92
Arroz Orgânico (FD 8)	4,82

Fonte: COSTA, C. H., (2007).

#### 4.1.5.3. Imobilidade/Mortalidade de *Daphnia magna*

Através dos testes de toxicidade aguda com *D. magna* (Anexo II), pode-se observar que a amostra de água coletada na lavoura de arroz irrigado orgânico (entrada e meio da lavoura) não apresentaram toxicidade aguda para este organismo,

durante as 48 horas do teste. Pelos parâmetros estabelecidos na metodologia, com a mortalidade de 5% (1 indivíduo em 20) este indicador recebe a nota 10.

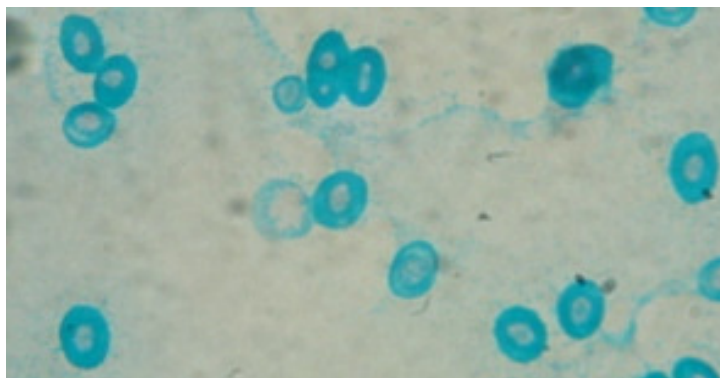
O período de duração do teste (48 horas) pode não ser suficiente para constatar uma possível toxicidade crônica para este organismo. Neste caso, segundo Costa (2007) é necessário repetir estudos, incluindo a realização de um teste de toxicidade crônica;

#### **4.1.5.4. Mutagenicidade em *Geophagus brasilienses***

Os micronúcleos são massas de cromatina citoplasmática com o aspecto de pequenos núcleos, constituídos principalmente por fragmentos cromossômicos ou por cromossomos retardados durante a migração anafásica, que se detectam em células interfásicas mediante técnicas simples de coloração, aparecendo no citoplasma como pequenos fragmentos basófilos. Os micronúcleos podem aparecer por várias causas, entre elas por falha mitótica, tanto de fragmentos acêntricos de cromossomos, gerados por ruptura (clastogenicidade), quanto de cromossomos completos (aneuploidia), como consequência, geralmente, de enfermidades genéticas (OLIVEIRA et al., 2008).

O ensaio da frequência de micronúcleos detecta as lesões nucleares resultantes das rupturas cromossômicas durante a divisão celular ou eventos de perda de cromossomos na anáfase (MELEGARI *et al.*, 2007 *apud* COSTA, (2007).

A amostra da água de arroz irrigado orgânico na propriedade estudada no município de Ermo/SC, não mostrou efeito mutagênico em *Geophagus brasiliensis*, expostos por 48 horas. Durante a realização da quantificação e qualificação dos eritrócitos micronucleados observados ao microscópio óptico, foram observadas duas células micronucleadas (Figuras 25 e 26), e mesmo valor encontrado para o controle. Sendo este número considerado aceitável (COSTA, 2007), recebe a nota 10.



**Figura 25:** Esfregaço sanguíneo de *G. brasiliensis* submetido ao teste de micronucleação. Imagem obtida no microscópio óptico com aumento de 1000 X. Fonte: Costa (2007).

Estudos realizados por MELEGARI *et al.* (2006) *apud* COSTA, (2007) em águas de lavoura de arroz irrigado com resíduos de drenagem ácida de mineração e pesticidas na região de Forquilha/SC, verificaram que a incidência de células de sangue modificadas em peixes expostos à água coletada dentro de uma lavoura de arroz convencional, alcançou um número de 6,5 células micronucleadas para cada 2000 células contadas. Esta alteração pode ser explicada por dois fatores presentes na amostra analisada: a amostra contém resíduos ácidos de mineração e resíduos de agrotóxicos provenientes da cultura de arroz. Isto pode ser uma constatação do potencial de indução à mutagenicidade da amostra analisada neste trabalho.



**Figura 26:** Esfregaço sanguíneo de tilápias contendo uma célula micronucleada. Imagem obtida no microscópio óptico com aumento de 1000 X. Fonte: Melegari *et al.*, 2006 *apud* Costa (2007).

Nas pesquisas realizadas na safra 2007/08, repetindo os testes com peixes, porém criados em cativeiro, os resultados mostraram que, quando submetidos aos agroquímicos a mutagenicidade apresentou resultados alterados no teste de micronucleação (Tabela 21). Estes resultados confirmam afirmações de Bolognesi (2003) de que agrotóxicos têm sido considerados potencialmente mutagênicos, pois induzem mutação, alterações cromossômicas ou danos ao DNA e o monitoramento biológico fornece uma ferramenta importante para estimar os riscos genéticos oriundos da exposição a uma complexa mistura de químicos. Este autor acrescenta que danos genéticos em humanos ocorrem em populações submetidas a grande nível de exposição devido ao uso intensivo de agrotóxicos ou falhas nas medidas preventivas.

**Tabela 21:** Mutagenicidade em peixes: resultados do ensaio de micronúcleos.

<b>Pontos Amostrais</b>	<b>Nº de Eritrócitos</b>	<b>Eritrócitos Micronucleados</b>
Arroz Orgânico (Ermo/SC): Ângelo S. Topanote	2000	02
Arroz Convencional (Neuza Acordi Fernandes) - Ermo/SC	2000	21
Diego Niehues (Nova Veneza):		
Arroz Orgânico	2000	03
Arroz Convencional	2000	12
CETRAR / Epagri (Araranguá):		
Rizipiscicultura Orgânica	2000	03

Fonte: LABTOX, UFSC. Responsável pelo ensaio: Cátia R. S. de Carvalho Pinto, PhD.

#### **4.1.6. Resíduos de agrotóxicos**

Nenhuma das amostras analisadas pela metodologia descrita mostrou níveis detectáveis de resíduos de agrotóxicos. Tem-se a expectativa de que a água que chega à lavoura, derivada da Sanga Águas Brancas, não apresenta resíduos, muito embora não se possa descartar a hipótese dos limites da metodologia utilizada. Destaca-se, portanto, a importância do uso de bioindicadores como avaliação complementar.

A água torna-se motivo de grande preocupação quando apresenta ocorrência de agrotóxicos, seja pela possibilidade de transferir resíduos para o homem e animais domésticos, como também pela importância dos recursos hídricos no processo de bioacumulação nos níveis tróficos superiores das cadeias alimentares (LANNA, 2002). A cadeia de sucessão abrange sedimentos, plâncton, invertebrados aquáticos, peixes e aves. Os peixes que se alimentam do plâncton podem, deste modo, acumular níveis muito altos de agrotóxicos, principalmente nos lipídeos orgânicos, suficientes para causar a morte de aves que deles se alimentam (BAPTISTA, 2001 *apud* LANNA, 2002).

Considerando que nas amostras analisadas, coletadas na safra 2006/07, não foram detectados resíduos de agrotóxicos (Tabela 22), atribui-se nota 10 para este indicador.

**Tabela 22:** Princípios ativos de agrotóxicos pesquisados na água de irrigação do arroz orgânico

Ingrediente ativo	Categoria	Resíduos detectados
Picloran	Herbicida para pastagem	Não detectado
Quinclorac	Herbicida - arroz irrigado	Não detectado
Metsulfuron-metil	Herbicida - arroz irrigado	Não detectado
2,4-D	Herbicida - arroz irrigado	Não detectado
Pyrazosulfuron	Herbicida - arroz irrigado	Não detectado
Cyclosulfamuron	Herbicida - arroz irrigado	Não detectado
Bispiribaque sódico	Herbicida - arroz irrigado	Não detectado
Penoxysulan	Herbicida - arroz irrigado	Não detectado
Imazapic	Herbicida - arroz irrigado	Não detectado
Imazethapir	Herbicida - arroz irrigado	Não detectado
Bentazone	Herbicida - arroz irrigado	Não detectado
Tricyclazole	Fungicida - arroz irrigado (bruzone)	Não detectado

Fonte: Autor.

## 4.2. Indicadores econômicos

### 4.2.1. Variação da produtividade

O resultado contábil do acompanhamento deste caso estudado encontra-se no Anexo VI, fornecendo os dados para a avaliação dos indicadores da dimensão econômica.

Pelos critérios estabelecidos, o desempenho deste indicador teve nota 2,89, devido a grande variação da produtividade nas quatro safras avaliadas (41,32%). Este resultado ressalta um ponto bastante frágil do agroecossistema, já que o índice de variação foi 10 vezes maior que o ocorrido nas lavouras convencionais para o mesmo período, conforme dados da EPAGRI, e exerce forte pressão no nível de insegurança dos agricultores quanto a adoção deste sistema de produção.

O rendimento de arroz é afetado por vários fatores. Dobermann (1994) *apud* Dornelles et al. (2008) verificou que o nível de fertilidade do solo, o preparo do solo, a aplicação de fertilizante nitrogenado, a densidade de semeadura e a disponibilidade de fósforo explicaram 56% da variação no rendimento de arroz irrigado. Este autor ainda conclui que o pH do solo, o micro-relevo, o crescimento de plantas daninhas e a densidade de semeadura são os principais fatores que influenciam no rendimento do arroz. Nota-se que além dos aspectos de manejo da cultura, muitos outros fatores estão envolvidos nesta questão, embora não tenham sido aprofundados nas pesquisas desta dissertação.

Pellegrin & Alfonso-Morel (2003), estudaram a produção de arroz no sul catarinense, analisando algumas propriedades dos Municípios de Turvo, Meleiro e Nova Veneza, nas safras 1999/00, 2000/01 e 2001/02. Encontraram variações de produtividade de 4,2%, 6,2% e 9,4%, para os grupos de agricultores de alta, média e baixa produtividade, respectivamente. Fazendo uma comparação dos resultados para cada safra, se observou as médias de produtividade com pouca variação dentro de cada grupo, mas expressiva entre os grupos. Esta observação indica que para lavouras



com produtividades médias, pelo parâmetro destes autores (6.250 a 7.250 kg/ha), aumenta a variação deste indicador, confirmando os resultados deste estudo.

#### **4.2.2. Grau de dependência de insumos externos (desembolso)**

Os elevados custos da colheita mecânica influenciaram significativamente este indicador (nota 5,05), incidindo no conjunto dos insumos externos cujo custo variável por hectare foi de R\$ 872,86/ha (água, semente, combustível, etc.). Esta é uma questão difícil de resolver uma vez que a escala de produção (pequena) onera o valor da operação de colheita mecânica, e por outro lado a possibilidade de colheita manual está descartada pela prática dos agricultores da região (mudança no padrão cultural das práticas fitotécnicas ocorrida especialmente nas últimas décadas).

Brondani et al. (2006) estudaram os custos de produção do arroz irrigado convencional no Rio Grande do Sul, na safra 2004/05. Para lavoura com sistema de irrigação por gravidade, os custos variáveis ficaram em R\$ 1.083,25 (global) e de R\$ 748,25, quando não incluídos os agroquímicos. Se nesta comparação simulada for incluído o custo do esterco utilizado no agroecossistema avaliado (para produção orgânica), o valor de custos variáveis do Rio Grande do Sul serão maiores. Conclui-se que as despesas realizadas na propriedade de Neuza Fernandes estão nos limites da normalidade, o que ajudou no ótimo desempenho da margem bruta/ha.

#### **4.2.3. Margem bruta/ha (MB/ha)**

Este indicador obteve um desempenho ótimo considerando os critérios definidos na metodologia. É importante na avaliação contábil e da gestão da atividade, especialmente em função do valor diferenciado de mercado com relação aos produtos orgânicos e pelo baixo custo de produção no que pese o alto valor da colheita mecânica. A porcentagem alcançada pelo arroz orgânico (MB = R\$ 2.322,20) foi de 99,85% da média regional. Pelos critérios fixados, cada 5% de redução equivalem a 1,0 pontos na nota final, obtendo-se a nota 9,97 para o agroecossistema arroz orgânico.

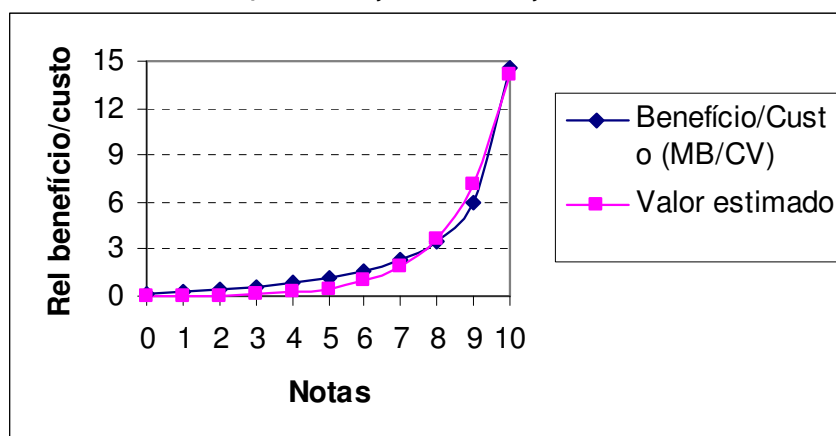
Alonço et al. (2005) elaboraram coeficientes técnicos para a cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, com preços médios do período fevereiro/junho de 2002, obtendo R\$ 1.672,90/ha de custos variáveis e receita bruta de R\$ 2.020,80, para produtividade de 6.000 kg/ha. Embora os dados analisados sejam para o Estado do Rio Grande do Sul, observa-se que o desempenho da margem bruta do agroecossistema arroz orgânico do caso estudado foi superior, com custos variáveis menores, mostrando competitividade deste sistema, mesmo ocorrendo grande variação da produtividade no período avaliado.

#### 4.2.4. Relação benefício/custo

A nota deste indicador é obtida através de equação exponencial que descreve o comportamento da relação benefício/custo em função das notas (Gráfico 9), sendo:

$Y = 90523/[1+\exp(15.506+0.6737*X)]$ . Logo, para  $B/C = 2.322,20 / 872,86 = 2,66$ , sendo a nota correspondente a 7,53.

Gráfico 11: Representação da relação Benefício/Custo.



Fonte: Autor.

O resultado alcançado indica que a relação analisada não traz maiores preocupações (75% da meta) e confirma o bom nível de margem bruta da atividade estudada. No trabalho já citado acima (ALONÇO et al., 2005), a relação

benefício/custo foi de 1,21, consideravelmente abaixo do índice obtido pelo agroecossistema arroz orgânico avaliado nesta pesquisa (2,66).

### 4.3. Indicadores sociais

A remuneração da mão-de-obra familiar obteve desempenho satisfatório, não comprometendo o quadro geral da avaliação. Entretanto pode melhorar se houver uma organização mais efetiva nas tarefas conduzidas na propriedade, reduzindo o uso de mão-de-obra na atividade arroteira. Proporcionalmente, as propriedades com sistema convencional de arroz usam menos da metade deste recurso, embora o uso de agrotóxicos facilite sobremaneira a execução do manejo de invasoras. Para este caso, considerando a remuneração da mão-de-obra familiar em MB/ha/UTH de R\$ 2.346,62, a nota foi de 6,89.

A entrevista realizada com Neuza A. Fernandes e familiares (Anexo VII) permite concluir, através da interpretação das respostas, que o indicador “grau de satisfação da família com arroz orgânico” conforme a metodologia utilizada é “sofrível” (nota 4,00). As opiniões da família expressaram insatisfação: *“falta de experiência com agricultura orgânica”*; *“falta de informação e conhecimento técnico”*; *aspectos técnicos não resolvidos pela pesquisa e assistência técnica (controle de invasoras, manejo da irrigação, preparo do solo)*; *dúvidas sobre o futuro da produção orgânica na propriedade*.

A família decidiu iniciar a produção orgânica de arroz irrigado no ano de 2003, por três razões: econômicas (preço superior pago pelo produto orgânico), ambientais (conservação dos recursos naturais, principalmente a água) e de saúde. A alternativa incluída na entrevista sobre a saúde referiu-se a própria família, não incluindo o consumidor, aspecto que se interpreta como uma visão restrita sobre esta questão. Este fato é percebido em outras realidades quando muitas vezes o agricultor produz de forma orgânica para o próprio consumo, repassando para o consumidor os produtos que receberam agrotóxicos. A influência de razões econômicas, ainda que legítimas, contribui para a interpretação do autor desta dissertação que a “percepção familiar

das vantagens da produção do arroz orgânico para a saúde em sentido amplo” teve um grau “regular” (nota 6,00).

Respostas à entrevista indicaram insegurança técnica das pessoas mais envolvidas nas atividades da rizicultura, algumas já relacionadas ao primeiro indicador da dimensão social (falta de experiência na produção orgânica, dificuldade com manejo da adubação orgânica e controle de invasoras). O acompanhamento, durante o período desta pesquisa na propriedade de Neuza A. Fernandes, permitiu ao pesquisador a observação de que conhecimentos básicos de preparo do solo e manejo da cultura não estão suficientemente dominados. Estas deficiências foram decisivas na opção da família pelo retorno ao sistema convencional de produção, ocorrido na safra 2007/08, ainda que a intenção inicial fosse produzir organicamente. Foram estes aspectos da entrevista, associados com observações pessoais do autor deste estudo, que definiram o “grau de conhecimento da família sobre o sistema arroz orgânico” como “sofrível” (nota 4,00).

A análise conjunta das respostas à entrevista apresentada no Anexo IV desta dissertação e as observações nos procedimentos do manejo cultural do agroecossistema estudado, conforme já registradas acima, permite concluir que o “grau de adaptação do sistema de produção arroz orgânico à família” foi “crítico” (nota 2,00).

As características particulares da família e o manejo adotado nas duas safras acompanhadas neste estudo possibilita concluir que as exigências deste sistema terá importantes limitações para ser adotado de maneira definitiva nesta propriedade, a menos que a realização de capacitação técnica possa reverter esta expectativa. A troca de experiências entre os produtores adotantes deste tipo de produção, citada nas observações finais da entrevista (Anexo VII) apresenta-se como uma ótima estratégia para reforçar o conhecimento coletivo e trazer mais segurança na operacionalização das tarefas de manejo cultural.

#### **4.4. Resumo da valoração dos indicadores e integração dos resultados:**

Apresenta-se na Tabela 23 e 24 a síntese das notas calculadas para cada indicador e a média nas dimensões ambiental, econômica e social.

Os resultados mostram claramente os benefícios ambientais do agroecossistema arroz orgânico, embora as dimensões econômica e social tenham apresentado fragilidades que serão analisadas, discutidas e avaliadas, sob a luz dos preceitos teóricos e no confronto com outros resultados de pesquisa.

As perspectivas para o arroz orgânico são positivas. Há demanda crescente tanto no mercado interno quanto no mercado mundial, e representa uma maneira ambientalmente amigável de produzir, seguindo a tendência atual de valorização destes aspectos pela sociedade, de modo especial sobre a qualidade dos recursos hídricos. Necessita, todavia, de maior apoio da pesquisa, capacitação dos produtores envolvidos com esta atividade e valorização nas políticas públicas e iniciativas que tenham o objetivo de melhorar a sustentabilidade ambiental.

**Tabela 23.** Dimensões da sustentabilidade e desempenho de cada Indicador

DIMENSÃO	INDICADOR	NOTA
Ecológica ou Ambiental	Produtividade obtida / ha	5,99
	Consumo de água (m <sup>3</sup> / ha)	6,03
	Características físicas da água de irrigação	9,00
	Características químicas da água de irrigação	8,00
	Características biológicas da água de irrigação	8,00
	Efeito do arroz orgânico sobre larvas de <i>Aedes albopictus</i>	10,00
	Efeito do arroz orgânico sobre germinação de alface	10,00
	Efeito do arroz orgânico sobre <i>Daphnia magna</i>	10,00
	Efeito do arroz orgânico sobre micronucleação (MN) de células de peixe	10,00
	Resíduos de agrotóxicos na água de irrigação	10,00
Econômica	Variação da produtividade	2,89
	Dependência de recursos externos	5,05
	Relação Margem Bruta/ha (MB/ha)	9,97
	Relação benefício/custo	7,53
	Remuneração da mão-de-obra familiar (MB/ha/UTH)	6,89
Social	Satisfação da família com arroz orgânico	4,00
	Grau de percepção da família sobre vantagens do Arroz Orgânico para saúde (produtor, consumidor e ambiente)	6,00
	Grau de conhecimento da família sobre sistema Arroz Orgânico	2,00
	Grau de adaptação do sistema Arroz Orgânico ao manejo da família	4,00

**Tabela 24:** Resumo das notas por dimensão da sustentabilidade

DIMENSÃO	NOTA MÉDIA
Ecológica ou Ambiental	8,70
Econômica	6,36
Social	4,58

#### 4.4.1. Dimensão ambiental

Considerando os critérios estabelecidos na metodologia, na dimensão ambiental os indicadores selecionados mostram um bom desempenho do agroecossistema avaliado. Embora a produtividade média tenha sido significativamente menor no confronto com o padrão, o indicador da dimensão econômica margem bruta foi similar, uma vez que o custo variável também foi menor. É esperado que agroecossistemas sustentáveis tenham rendimentos ligeiramente mais baixos e variáveis, devido à variação que ocorre na natureza, contudo, normalmente os rendimentos são compensados pela redução na dependência de insumos externos e redução de impactos ambientais adversos (GLIESSMAN, 2005). Para este autor, a agricultura é responsável por aproximadamente dois terços do uso global de água. Ela usa tanta água porque a desperdiça, já que mais da metade aplicada nunca é absorvida pelas plantas. Algum desperdício é inevitável, mas grande parte poderia ser evitada se as práticas agrícolas fossem orientadas para a conservação da água, e não para maximizar a produção.

Os indicadores relacionados à água representam o ponto mais forte do sistema. O volume de água usado para irrigação, embora possa ser reduzido sem prejuízos de produtividade, é função da prática de irrigação denominada regionalmente “manejo contínuo”. Com apenas uma troca de água durante o ciclo da cultura, o insumo cumpriu seu papel no sistema. O desempenho pode melhorar de modo significativo se o fluxo de água que passa pela lavoura for reduzido, pois a precipitação foi quase suficiente para compensar a evapotranspiração. É importante observar que o sistema de manejo chamado contínuo também é utilizado em lavouras do sistema convencional de cultivo, sendo uma técnica importante para qualquer manejo, principalmente para o controle de invasoras e economia de água.

A prudência na utilização do recurso água facilita o seu uso múltiplo, de acordo com o caráter da Lei 9.433/97. Na avaliação de lideranças dos irrigantes da bacia do Araranguá, 15 a 20% dos agricultores ainda gastam volumes excessivos no processo de irrigação do arroz. Enquanto neste estudo de caso mediu-se consumo total de 12.765 m<sup>3</sup>/ha de lavoura, outra unidade acompanhada gastou mais de 18.500 m<sup>3</sup>/ha. O

consumo hídrico total de 8.955 m<sup>3</sup>/ha, utilizado como padrão nesta avaliação (EBERHARDT, 1994) possibilita estimar que a faixa de 9.000 a 13.000 m<sup>3</sup>/ha representa uma meta viável para o gasto deste recurso no desenvolvimento da rizicultura.

Trabalho de Rosso (2007), no município de Nova Veneza, próxima à Barragem do Rio São Bento, bacia do Araranguá, indica que para o plantio do arroz irrigado o consumo total de água sem perdas por percolação foi de 1.429,2 mm (14.292 m<sup>3</sup>/ha), cuja precipitação foi de 793,8 mm.

Considerando o consumo hídrico dos rizicultores “mais gastadores” da bacia de 18.000 m<sup>3</sup>/ha, sua redução para 12.000 m<sup>3</sup>/ha implica numa economia de água suficiente para garantir o abastecimento para consumo humano de toda a população residente na bacia do Araranguá por 2,4 anos, conforme estimativa abaixo:

Área de arroz irrigado da bacia = 59.000 ha

15% da área irrigada, com elevado consumo: 8.850 ha

Diferença de consumo (18.000 - 12.000 m<sup>3</sup>/ha) = 6.000 m<sup>3</sup>/ha

Economia: 8.850 ha x 6.000 m<sup>3</sup> = 53.100.000 m<sup>3</sup> ou 53.100.000.000 litros

Consumo pessoa = 150 litros água/dia

População abastecida com o volume da economia:

Durante o ciclo do arroz (5 meses): 2.360.000 habitantes

Volume distribuído em 12 meses: 969.863 habitantes

População da bacia (IBGE, 2007): 400.724 habitantes.

Água suficiente para abastecer população por 2,4 anos.

Seguindo o raciocínio, as manifestações das lideranças dos irrigantes não deixam dúvidas da possibilidade de poupar recursos hídricos na produção de arroz. A convergência de esforços dos setores ligados aos consumidores de água, dos setores públicos responsáveis pela aplicação da legislação, sociedade civil organizada e comitê de bacia torna-se urgente e oportuna neste momento histórico. Ministério Público e reguladores do uso de recursos hídricos estão buscando maior controle no seu uso e, de modo geral, os irrigantes também estão mais convencidos que devem e podem colaborar nesta tarefa.



Os resultados dos testes com bioindicadores mostraram que o sistema orgânico, ainda com limitações, contribui para a melhoria da qualidade dos recursos hídricos e não evidenciaram restrições para o uso dos recursos hídricos específicos da propriedade de Neuza A. Fernandes na produção de arroz orgânico. As análises de resíduos de agrotóxicos confirmaram o cumprimento das exigências legais estabelecidas pelo órgão competente brasileiro (Lei Nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003 e Instrução Normativa Nº. 16, de 11 de junho de 2004 - MAPA - Brasil).

O teste de micronucleação em peixes demonstrou o potencial mutagênico dos agroquímicos usados na produção do arroz convencional. Esta metodologia, segundo Silva et al. (2003), reflete o potencial mutagênico que determinados agentes químicos e físicos exercem sobre o processo de multiplicação celular. Assim, é hoje um ensaio bastante utilizado em monitoramento genotóxico de populações, testes *in vitro* (agentes químicos e físicos) e *ex-vivo* (radiosensibilidade individual).

Pesquisa importante foi desenvolvida por Costa et al. (2006) em Portugal. Eles afirmam que o uso comum de pesticidas na agricultura representa uma ameaça não só ao ambiente, mas também ao ser humano (às populações que a eles se expuserem). Muitos desses compostos são capazes de induzir mutações no DNA e levar a várias doenças, inclusive câncer. Danos citogenéticos em indivíduos ocupacionalmente expostos a pesticidas receberam a atenção de investigadores em vários países, mas nenhuma conclusão definitiva ainda pode ser feita. Publicações sobre esta matéria evidenciam que a maior parte de estudos encontraram um aumento em índices de genotoxicidade no biomonitoramento em aplicadores de pesticidas. Ambiente de trabalho, uso de equipamentos de proteção individual (EPI), tempo de exposição e as condições de exposição são descritos na literatura como os fatores capazes de afetar níveis de danos citogenéticos.

O grau de impacto dos diferentes agroquímicos pode variar com a técnica utilizada para sua avaliação, conforme demonstrado por Jost et al. (2003), quando avaliou os impactos de agrotóxicos sobre a comunidade zooplanctônica da água de irrigação do arroz e por Serafini (2003) que estudou os efeitos crônicos de agroquímicos em juvenis de carpa. Nas duas pesquisas, todos os agroquímicos afetaram negativamente os organismos avaliados, sendo que o herbicida Sirius

(pyrazosulfuron) foi mais perigoso que o Facet (quinclorac), devido a efeitos subletais em carpa. Estes produtos são comumente utilizados pelos agricultores da bacia do Araranguá e esta pesquisa vem corroborar com as indicações dos autores acima citados, apenas diferindo na técnica de avaliação.

A avaliação físico-química é a mais tradicional para ecossistemas aquáticos. Alguns elementos químicos como nitrogênio, fósforo e oxigênio desempenham importantes papéis no funcionamento de ecossistemas lóticos (ecossistemas de água corrente). A mensuração destes elementos e de suas formas derivadas fornece importantes informações sobre o estado de integridade de rios, já que suas concentrações são alteradas em casos de impactos por poluição orgânica ou industrial. A concentração de fosfato é um indicador do estado trófico de um ecossistema aquático (entrada de nutrientes no ecossistema), daí a importância na determinação de seus valores. Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio ( $O_2$ ) é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização de ecossistemas aquáticos, e o seu déficit poderá resultar na morte de organismos aquáticos como, por exemplo, peixes e macroinvertebrados (SILVEIRA, 2004).

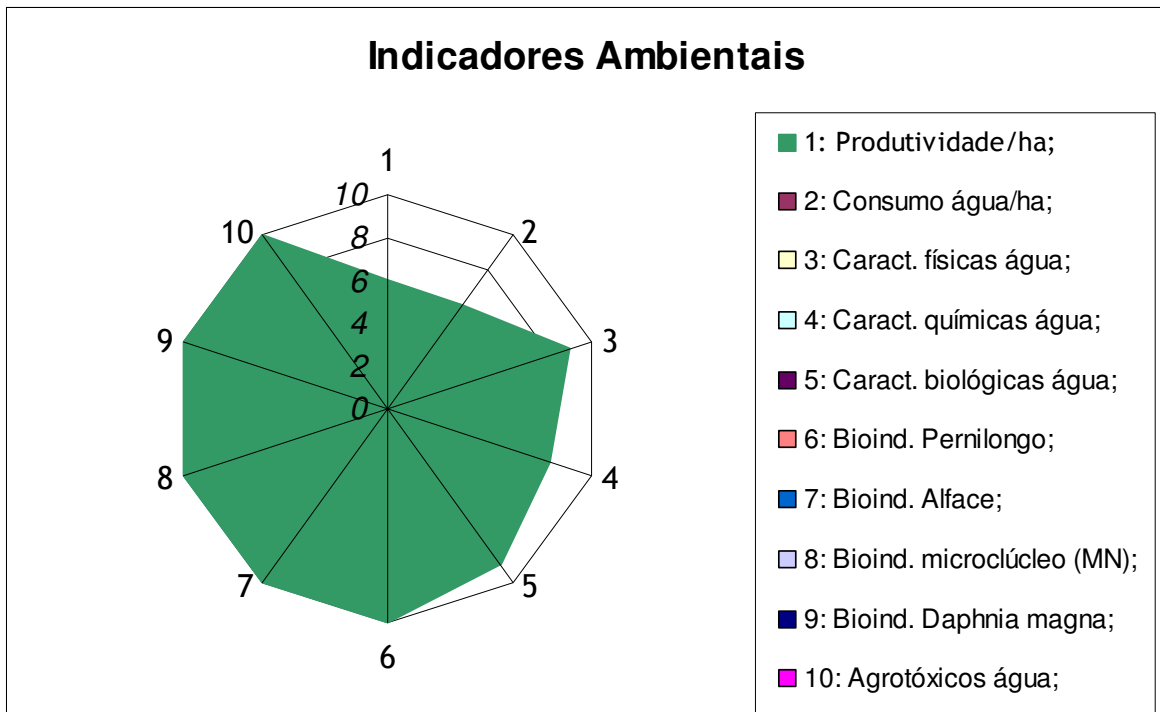
Os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água de irrigação do arroz orgânico (ver Anexo VI) com nota 8,73, indicaram que o recurso já chegou à lavoura fora dos padrões da Resolução N° 357/05 do CONAMA, na maioria dos índices. Os resultados das análises de amostras coletadas na entrada, região intermediária e saída da lavoura demonstrou, para a situação em estudo, uma tendência de normalidade. Em outras palavras, embora não atenda aos padrões do CONAMA, comparando a qualidade integral da água na entrada com a saída da lavoura houve uma leve melhoria nos indicadores. Esta tendência confirma dados de Macedo et al. (2005a) de que o agroecossistema arroz irrigado pode promover recuperação de alguns aspectos da qualidade hídrica se o manejo for adequado, respeitando os períodos de retenção da água nas quadras quando da aplicação de insumos. Mattos et al. (2005c), em pesquisa semelhante, confirmaram redução significativa de concentração de sólidos totais, suspensos e dissolvidos nas amostras de água que saíram da lavoura da safra 2004/05, com manejo mais racional, na comparação com dados da safra 2003/04, conduzida com manejo menos rigoroso (maior gasto de água e perda de nutrientes).

Estes autores lembram que além dos impactos ambientais negativos também ocorre prejuízo econômico aos produtores, devido a consideráveis perdas de nutrientes pela água de drenagem das arrozeiras.

Dois aspectos requerem cuidados especiais com relação ao uso intensivo da adubação orgânica no arroz irrigado: o oxigênio dissolvido e o teor de amônia na água de saída do agroecossistema, necessitando estudos mais específicos para encontrar manejos que minimizem estas tendências de comprometimento dos mananciais receptores.

A nota média de 8,70 para a dimensão ambiental, para os critérios avaliados, indica que o grau de sustentabilidade para o agroecossistema analisado se aproxima da situação ideal (valor 10), entretanto é importante destacar as peculiaridades dos distintos indicadores que integram a dimensão ambiental (Gráfico 12). Enquanto os bioindicadores apresentaram desempenho máximo, os indicadores produtividade e consumo de água foram os de pior desempenho.

**Gráfico 12: Radial dos Indicadores Ambientais**



#### 4.4.2. Dimensão econômica

A instabilidade da produtividade, o ponto mais vulnerável na dimensão econômica (nota 2,89), reflexo de deficiências analisadas na dimensão social, não teve grande repercussão no indicador margem bruta/ha. Este índice do arroz orgânico mostrou-se bem próximo da média regional do arroz convencional, beneficiado pelo adicional de preço (20%) e pelo menor custo variável. A margem bruta, considerada na administração rural um dos principais critérios de desempenho de um agroecossistema (SOLDATELLI et al., 1993), representa a fatia do valor da produção (renda bruta) que ficou no caixa da propriedade para remunerar a mão-de-obra familiar e os outros custos fixos. Em relação a este tema, Gliessman (2005) considera que a alta dependência de insumos externos não pode ser sustentável, pois muitos destes insumos dependem de recursos naturais não renováveis e deixam produtores, regiões e países vulneráveis à falta de fornecimento, flutuações de mercado e aumento de preços. Embora os valores nominais não tenham sido elevados, a avaliação mostrou que o sistema alcançou 50% da meta possível para a dependência de insumos externos.

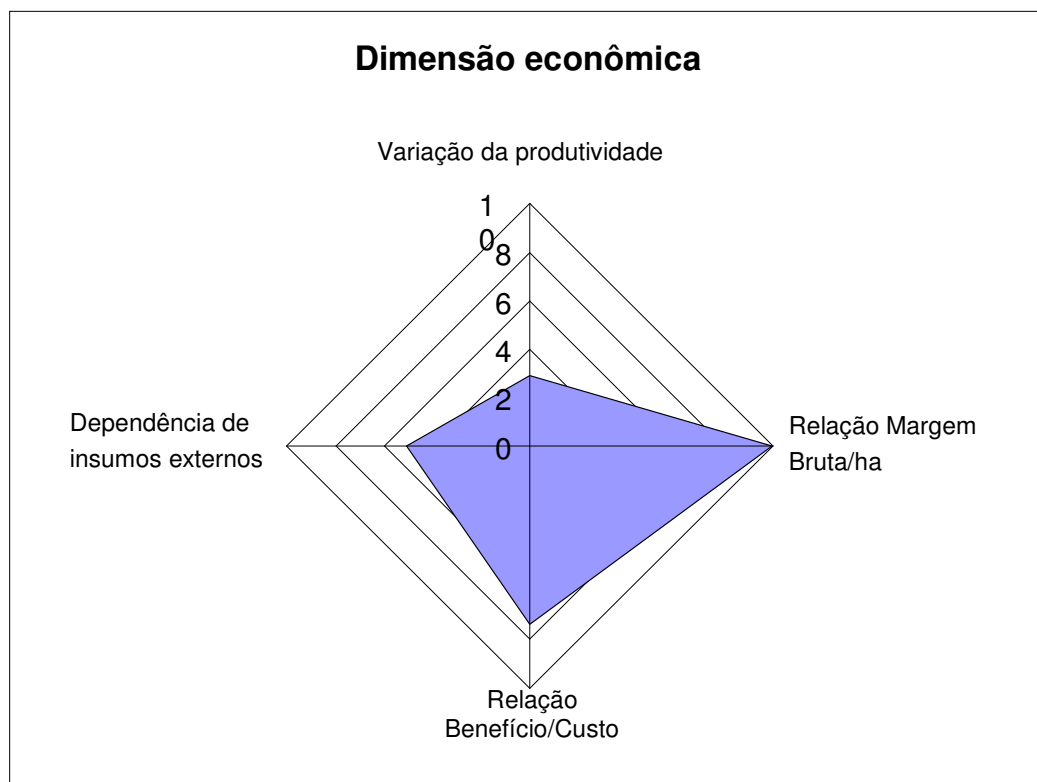
A relação benefício/custo espelhada pelo índice margem bruta/custo variável (nota 7,53) corrobora com a boa nota do indicador anteriormente analisado, ainda que a escala padrão estabelecida para o menor custo variável tenha sido rigorosa. Nota-se um grau de dependência de insumos e serviços externos à propriedade pouco acima de 50% do padrão estabelecido na metodologia.

Alguns aspectos interessantes são levantados por Petrini et al. (2005), responsáveis pelo Projeto “MARCA” (Manejo Racional da Cultura do Arroz Irrigado), proposto pela Embrapa Clima Temperado (Pelotas - RS) e que tem como objetivo geral contribuir para que as lavouras de arroz do Rio Grande do Sul se tornem eficientes, competitivas e rentáveis, com o uso de técnicas de manejo aplicadas de modo racional e integrado. Eles afirmam que os agricultores têm priorizado a busca da máxima produtividade, por vezes se esquecendo que a rentabilidade da rizicultura está diretamente relacionada ao seu planejamento técnico e econômico. Este projeto foi implantado quando os técnicos visualizaram uma lacuna enorme entre a produtividade dos melhores produtores de arroz irrigado e a média estadual. Este baixo desempenho,

via de regra, está associado ao baixo uso de tecnologias e ou à aplicação destas de modo inadequado. Com base nos dados obtidos no primeiro ano de execução do Projeto os pesquisadores concluíram que é possível melhorar a relação custo/benefício com o manejo racional da cultura de arroz irrigado. Nove tecnologias-chave foram estimuladas pelo projeto, embasadas na utilização das últimas recomendações tecnológicas, sendo consideradas as mais importantes no sentido da obtenção consciente de altas produtividades, com maior rentabilidade e qualidade ambiental.

O desempenho da avaliação na dimensão econômica (Gráfico 13) teve uma nota média de 6,36, considerada satisfatória, entretanto salienta-se que a margem bruta por hectare praticamente atingiu o nível máximo para esta dimensão. Ainda assim, a família retornou ao sistema convencional de produção de arroz, motivada, na visão deste pesquisador, pela instabilidade do sistema e insegurança após o falecimento do Sr. João Fernandes, o grande motivador, juntamente com a esposa Neuza, para a implantação da produção orgânica na propriedade.

**Gráfico 13: Radial dos Indicadores Econômicos**



#### 4.4.3. Dimensão social

Deficiências no manejo da lavoura, principalmente no preparo do solo e manejo da irrigação ficam claras na avaliação do grau de conhecimento da família sobre o manejo do arroz orgânico e no baixo grau de adaptação do sistema a este manejo praticado pela família. O retorno ao sistema convencional na safra 2007/08 mostrou estas dificuldades. Embora a decisão tenha sido acertada, devido ao alto risco de frustração na produção se o manejo orgânico fosse mantido, ela ocorreu preponderantemente por questões operacionais. Este aspecto não nos permite afirmar que o sistema orgânico é muito complexo. O arroz orgânico adapta-se ao manejo de outras famílias, de acordo com informações colhidas pelo autor desta dissertação junto à COOPERSULCA, a cooperativa agropecuária que incentiva a produção de arroz orgânico, com sede em Turvo/SC.

A percepção da família sobre as vantagens da produção orgânica de arroz para a saúde (visão ampla) mostrou um viés imediatista e individualista. Este caso confirma pesquisa de Bins et al. (2007), quando avaliou a percepção ambiental dos agricultores da Região Central do Rio Grande do Sul. Quando eles foram questionados sobre a produção para auto consumo:

*“Todos enfatizam que se alimentam de forma saudável pela variedade e pela qualidade, uma vez que os alimentos para ‘casa’ não têm ‘veneno’. Duas coisas ficam evidentes uma é distanciamento entre a problemática ambiental e a ação individual, outra é que o uso de agrotóxicos não é visto como problema significativo para o ambiente, apenas para a saúde humana.”*

O indicador que recebeu melhor avaliação na dimensão social, remuneração da mão-de-obra familiar (nota 6,89) reflete o bom nível da margem bruta obtida, apesar da grande variação da produtividade nos quatro anos de produção no sistema orgânico.

O desempenho médio da dimensão social (Gráfico 14) foi o menor das três dimensões analisadas neste trabalho (nota 4,58) e, sem sombra de dúvidas, o setor mais vulnerável para a sustentabilidade do agroecossistema nesta propriedade, sendo

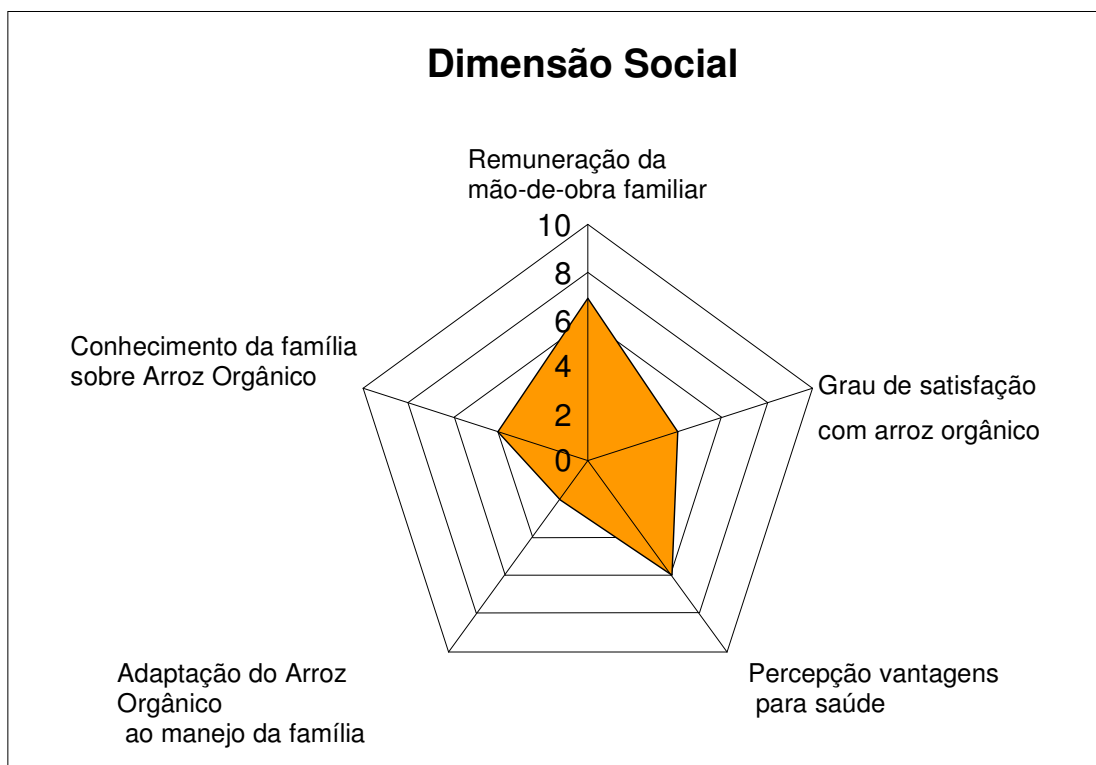
os indicadores saúde e remuneração de mão de obra familiar aqueles que mostraram o melhor desempenho. É nesta dimensão também que acaba fluindo toda a complexidade da produção orgânica, que envolve o gestor da propriedade em várias funções simultâneas. Estes aspectos são levantados por Gemma (2008), quando elaborou sua tese sobre Ergonomia e complexidade na agricultura orgânica. Segundo a autora, esta forma de cultivo tem sido apontada como mais sustentável, mas ainda não há um corpo de conhecimentos consolidado sobre este sistema de cultivo, assim como não existem indicadores que permitam avaliar os impactos que este trabalho pode ter sobre a saúde e o bem estar das pessoas, embora a exclusão do uso de biocidas tóxicos já constitua um grande avanço. Para esta pesquisadora, o gestor da produção orgânica assume funções administrativas de planejamento, organização, direção e controle de todas as áreas: produção, manutenção, finanças, recursos humanos e comércio, bem como a responsabilidade pelas questões ligadas à certificação e às outras atividades executadas na propriedade. O gestor ainda necessita pensar a unidade de produção de forma integrada e sistêmica, em um ambiente onde não se dispõe de tecnologia adequada, com poucos recursos financeiros, e sem assessoria técnica suficiente. A autora conclui que:

*“O trabalho na agricultura orgânica é complexo, pois incorpora os preceitos ecológicos, econômicos e sociais de sustentabilidade, que podem ser contraditórios entre si. Estes preceitos trazem determinantes específicos de natureza bastante variada que geram contradições e incertezas para o trabalho do agricultor, principalmente para o do gestor da produção. Esta complexidade do trabalho se relaciona com a necessidade de integrar múltiplas dimensões, demandando do gestor o desenvolvimento e a integração de variados saberes a fim de criar uma organização do trabalho dinâmica, como aquela descrita por Edgar Morin, que precisa ser freqüentemente reconstituída devido ao grande número de interações e de relações complementares e antagonistas entre ordem e desordem. Muitas pesquisas ainda precisam ser feitas, especialmente sobre as questões técnico-agronômicas e de saúde e conforto, assim como aquelas relacionadas com a comercialização, certificação e acesso a crédito. Será preciso ainda desenvolver políticas públicas que favoreçam a assistência e suporte técnico adequados. Somente a integração destes vários esforços poderá contribuir para o desenvolvimento deste setor, não somente em termos de produtividade e qualidade, mas também de melhorias para o trabalho e a qualidade de vida dos agricultores.”*

Benitez & Golinski (2007), tendo como objetivo avaliar a possibilidades de desenvolvimento da agricultura orgânica no município de São João do Itaperiú,

nordeste do Estado de Santa Catarina, concluíram que “os agricultores reconhecem a degradação ambiental, sabem que o meio ambiente não está totalmente conservado, porém, sozinhos, não sabem combatê-la.” Os autores citam a baixa escolaridade como uma das dificuldades de entendimento, pelos agricultores pesquisados, de assuntos como limites da biosfera, buracos na camada de ozônio, efeito estufa e sustentabilidade, necessitando de apoio e trabalho cooperativo com outras esferas da sociedade para se engajarem em atividades propositivas que venham a colaborar para o desenvolvimento sustentável.

**Gráfico 14: Radial dos Indicadores Sociais**



#### 4.4.4. Discussão geral sobre sustentabilidade do agroecossistema

A sustentabilidade do agroecossistema implica na condição de ser perpetuadamente capaz de produzir biomassa. A “perpetuidade” nunca pode ser comprovada no presente, razão que sempre leva a avaliação da sustentabilidade para



o momento futuro. Equivale dizer que é impossível se saber, com certeza, se uma determinada prática é sustentável ou se um agroecossistema apresenta sustentabilidade. Contudo, o desempenho dos indicadores irão variar para cada agroecossistema específico, devido a diferenças nos tipos de unidades produtivas, recursos utilizados, clima e outras variáveis locais. Portanto, cada sistema deve ser estudado separadamente com seu conjunto próprio de indicadores (GLIESSMAN, 2005).

Em um artigo que analisa a transição do arroz convencional para o arroz orgânico, conduzida por agricultores pobres da ilha filipina de Bohol, Carpenter (2003) verifica que o conceito ecológico e moral de troca entre sociedade e ambiente, do local versus exógeno, a compreensão sistêmica e o alcance das mudanças sofreram significantes modificações. Elas ocorreram tanto em práticas de gestão da produção como também na prosperidade sócio-econômica que veio com a transição do arroz convencional para o orgânico. Em contraste com a produção tecnológica, na agricultura orgânica o controle foi substituído pela gestão ecológica, com os agricultores desenvolvendo a nutrição flexível e regimes de gestão de pragas, doenças e invasoras mais ajustados às suas circunstâncias. Por conseguinte, as necessidades de manutenção foram deslocadas do extra-local (por exemplo, produtos caros importados) para o local (por exemplo, conhecimento local de processos ecossistêmicos e serviços e recursos localmente disponíveis). Isto aumentou a sustentabilidade dos sistemas de agricultura de arroz locais e permitiu aos produtores reduzir o efeito "distância" que acompanha sistemas agrícolas de altas entradas.

Embora as condições sócio-econômicas da família aqui pesquisada (Ermo - SC), comparada com as condições dos agricultores filipinos sejam, presumivelmente, bastante distintas, nota-se nas respostas da entrevista com a família Fernandes uma expectativa de resultados à curto prazo. Este comportamento, sob o ponto de vista do pesquisador desta dissertação, é plenamente justificável, pois a maioria das famílias utiliza o sistema convencional de produção com produtividade mais estável e rendimentos econômicos altos. As boas condições sócio-econômicas da região produtora de arroz irrigado na bacia do Araranguá chamam a atenção das pessoas que a visitam pela primeira vez. Este contexto regional exerce forte pressão sobre os produtores orgânicos. Só permanecem na produção de arroz orgânico aquelas famílias

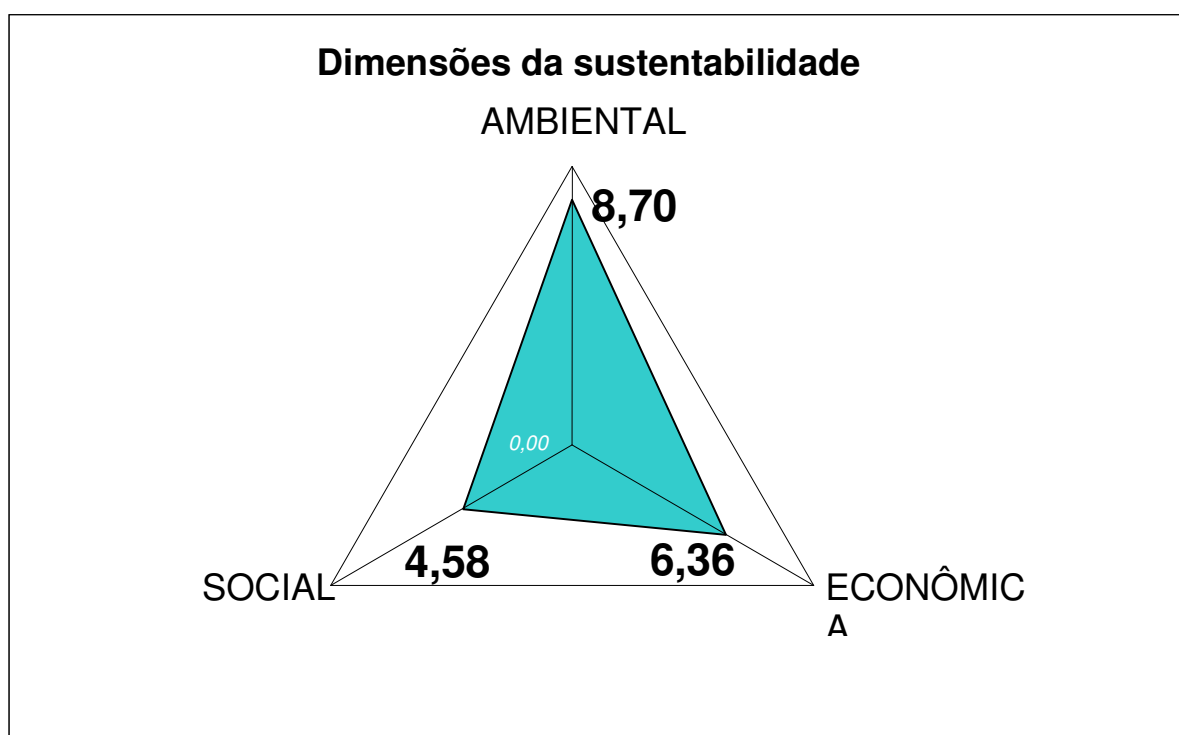
que se adaptaram bem ao sistema de manejo e exigências deste novo agroecossistema. Estes aspectos ficaram claros na análise das respostas da entrevista aplicada. Na dúvida sobre a expectativa de produção, a família retornou à produção convencional, que lhe traz mais segurança e permite administrar sua pequena propriedade com estabilidade de renda, já que a cultura do arroz irrigado responde por 35,5% da receita bruta anual. A introdução de marrecos no agroecossistema pode ser uma alternativa viável, nesta propriedade, para reduzir o banco de sementes no solo e facilitar o preparo das canchas de plantio, na primavera. Como estas aves podem ser “consociadas” com a cultura de arroz irrigado, da fase vegetativa até antes da emissão das panículas, o controle de invasoras e insetos-praga também ganhariam um excelente aliado. Admitem-se dificuldades para viabilização prática da sugestão, por se tratar de pequena propriedade, com vizinhos próximos e possível presença de cães nas áreas de lavouras, naturais inimigos dos marrecos. Em outras propriedades da região esta alternativa tecnológica tem sido utilizada com sucesso, segundo relato de técnicos da EPAGRI.

A análise do desempenho global no Gráfico 15 permite visualizar, de maneira integrada, as três dimensões da avaliação da sustentabilidade do agroecossistema, considerando o mesmo peso relativo entre as dimensões, embora alguns autores sugere pesos diferentes. A opção de pesos iguais para as três dimensões desta pesquisa foi do autor, seguindo o consenso das principais referências bibliográficas que nortearam esta dissertação, embora se reconheça que a dimensão econômica tenha grande importância nas tomadas de decisão da sociedade atual, principalmente entre os rizicultores.

O resumo da análise referente aos atributos mostra que nos cinco atributos da sustentabilidade avaliados nas três dimensões, os piores desempenhos foram alcançados para autodependência/autogestão e adaptabilidade, com notas abaixo de 5. Para estas notas contribuíram indicadores relacionados ao manejo do sistema ou adaptabilidade deste sistema às características do manejo da mão-de-obra familiar, aspectos já evidenciados anteriormente.

O melhor desempenho foi alcançado pelo atributo produtividade, nos temas água e solo (nota 7,33), com participação preponderante do indicador margem bruta/ha.

**Gráfico 15:** Radial do desempenho integrado das dimensões da sustentabilidade (varia de 0 a 10)



O atributo equidade, com desempenho 7,21, obteve a segunda melhor nota, com a contribuição dos indicadores benefício/custo e remuneração da mão-de-obra familiar. A alta margem bruta/ha foi o indicador que indiretamente favoreceu esta performance satisfatória, uma vez que a dimensão econômica, em média, registrou nota 6,32.

Finalmente, tem-se o desempenho 5,60 para o atributo estabilidade/resiliência/confiabilidade, com os indicadores de manejo exercendo papel preponderante na redução da nota média. Claramente se verifica estar neste tema (manejo) o fator fundamental de insustentabilidade e que acabou levando a família a decidir pelo retorno à produção convencional de arroz irrigado. Devido à redução da

diversidade funcional e estrutural, os agroecossistemas têm menos resiliência em relação aos ecossistemas naturais, já que a colheita perturba o equilíbrio estabelecido e só pode ser mantido com interferência externa, através de trabalho humano e insumos (GLIESSMAN, 2005).

Avaliando-se o desempenho dos temas, a água conseguiu uma média de 7,77, tornando-se um ponto positivo no agroecossistema. Esta análise reforça a conclusão da pesquisa que é plenamente viável economizar recursos hídricos na atividade arroseira. Também ficou evidente que o desempenho fraco de alguns indicadores não foi ocasionado por escassez de água, e sim por deficiências no manejo geral da cultura, cuja nota média foi de 3,59.

Uma vez que esta pesquisa avalia um agroecossistema, os atributos estão interligados. Quando se interfere neste sistema para corrigir um aspecto, podem ocorrer repercussões em outros atributos (ALTIERI & NICHOLLS, 2008). Para exemplificar a afirmação destes pesquisadores, cita-se o elemento manejo do sistema arroz orgânico. Interferindo-se positivamente neste aspecto, vários outros atributos serão beneficiados, como estabilidade na produtividade (confiabilidade), melhor autogestão, com reflexo na margem bruta. No dizer de Capra (2005), tudo está interconectado: “a concepção sistêmica e unificada da vida é a de que o seu padrão básico de organização é a rede. Em todos os níveis da vida [...] os componentes dos sistemas vivos se interligam sob a forma de rede”.

Sobre a escolha de indicadores e avaliação da sustentabilidade, cita-se uma conclusão de Deponti & Almeida (2008), bastante oportuna para este trabalho, quando dizem que:

*“O desenvolvimento de indicadores que permitam compreender os limites e as potencialidades de um sistema é um desafio que merece dedicação, constante interpretação, tempo e sucessivas aproximações. Como todo exercício conceitual e prático, deve estar em permanente construção, particularmente em um tema tão amplo, polêmico e complexo como o relacionado à sustentabilidade.”*

A interdependência que opera no conjunto das dimensões da sustentabilidade dificulta a análise e interpretação da realidade, porém neste sistema o manejo geral da cultura precisa melhorar o desempenho, para elevar o nível da avaliação.

Segundo Gliessman (2005: 590), a pesquisa agroecológica deve entender a agricultura dentro de seu contexto social, pois:

*“Os sistemas agrícolas desenvolvem-se como resultado da co-evolução que ocorre entre cultura e ambiente, e uma agricultura verdadeiramente sustentável valoriza o componente humano, bem como o ecológico, e a interdependência que pode se desenvolver entre ambos.”*

Gliessman ainda reitera que pesquisadores e produtores precisam trabalhar para estabelecer um sistema de referências que permita medir e quantificar a sustentabilidade. O monitoramento deverá determinar a que distância o sistema avaliado se encontra da sustentabilidade, aspectos menos sustentáveis, de que forma está sendo minada e como este sistema pode se mover na direção do funcionamento sustentável.

A tabela 25 apresenta o resumo do desempenho em cada atributo de sustentabilidade, chamando-se a atenção para a análise das linhas com valoração para o tema manejo (valor médio de 3,59), que influenciou negativamente o desempenho do agroecossistema estudado e pode ser corrigido nesta propriedade e em outras com a capacitação dos agricultores para executarem sistematicamente as tecnologias de modo mais eficaz. Em outras palavras, a família não se empoderou dos conhecimentos suficientes para torná-la uma tecnologia social de inclusão no processo de desenvolvimento sustentável da propriedade estudada. A expansão deste agroecossistema na bacia do Araranguá também não ocorreu na medida das expectativas da COOPERSULCA (cooperativa de produtores rurais que incentiva a produção orgânica de arroz), por não satisfazer, em diferentes graus, os três preceitos básicos para que o sistema seja enquadrado como tecnologia social: simplicidade, viabilidade e efetividade. Este agroecossistema precisa de apoio com a criação de uma comunidade de aprendizagem, envolvendo todos os setores da cadeia produtiva do arroz orgânico, para que possa obter o grau de disseminação suficiente para influir, de maneira significativa, nas estratégias de governança da água, com a participação dos membros desta comunidade nas organizações sociais, conselhos municipais e comitê

de bacia, construindo instrumentos operacionais nas políticas públicas que incentivem iniciativas desta natureza em prol do desenvolvimento local sustentável.

Tabela 25. Avaliação de desempenho dos atributos da sustentabilidade

ELEMENTO OU TEMA	ATRIBUTOS				
	Produtividade	Estabilidade Resiliência Confiabilidade	Autodependência Autogestão	Eqüidade	Adaptabilidade
↓					
Ambiental:					
•Água	6,03	9,50			
•Solo	5,99				
Econômico:					
•Manejo		2,89	5,05		
•Solo	9,97				
•Desempenho				7,53	
Social:					
•Manejo		4,00	2,00		4,00
•Ambiente (interno e externo)		6,00			
•Recursos (mão- de-obra)				6,89	
MÉDIA	7,33	5,60	3,53	7,21	4,00

## 5. CONCLUSÕES

Com relação ao primeiro objetivo do trabalho concluiu-se que o sistema de manejo da cultura de arroz irrigado utilizado na propriedade em estudo pode ser caracterizado como orgânico quanto aos aspectos relacionados aos recursos naturais, atendendo o item 2.3 do anexo da Lei Nº 10.831 que define os critérios para sistemas de produção orgânicos no Brasil. Conforme exige a normativa não foram utilizados agroquímicos. A qualidade da água na saída do sistema apresentou, inclusive, melhoria em alguns indicadores (turbidez, oxigênio dissolvido, teor de fósforo e número de coliformes fecais). A análise da sustentabilidade econômica do agroecossistema arroz orgânico mostrou que esta dimensão atende também, ainda que não tenha atingido integralmente o valor determinado na metodologia, o preceito do artigo 1º da citada lei, que estabelece como objetivo da produção orgânica obter “*a sustentabilidade econômica e ecológica*” das comunidades rurais. Quanto ao manejo de irrigação (manejo contínuo), embora tenha proporcionado economia no consumo hídrico, o tempo de permanência da lâmina de água esteve além do recomendado antes do preparo do solo, bem como se observou atraso na irrigação das canchas após as operações mecânicas finais para a semeadura da lavoura. Estas falhas podem ter influenciado negativamente no desempenho dos demais indicadores de sustentabilidade analisados.

Com relação aos pontos críticos do agroecossistema arroz orgânico, e quanto aos respectivos indicadores de sustentabilidade para sua avaliação, os resultados da presente dissertação permitem as conclusões a seguir.

Os indicadores ambientais de avaliação da sustentabilidade do agroecossistema arroz orgânico obtiveram bom desempenho. Do ponto de vista qualitativo, a água que abastece a lavoura de arroz da propriedade estudada mostrou-se adequada para a produção orgânica, não apresentando resíduos de agrotóxicos nas amostras analisadas. Esta conclusão também foi evidenciada através dos testes da água bruta do arroz orgânico, que não apresentaram toxicidade aguda das amostras para os reativos biológicos *Daphnia magna*, larvas de *Aedes albopictus*, semente de alface e peixes

(hemácias). O uso do bioindicador peixe, com análise de mutagenicidade mostrou-se bastante sensível e adequado para avaliação dos efeitos de produtos mutagênicos em ambientes aquáticos, em situações que possibilite mantê-los em cativeiro. Com relação aos aspectos físico-químicos da água de irrigação destaca-se o efeito benéfico do agroecossistema sobre os parâmetros turbidez, oxigênio dissolvido, teor de fósforo e coliformes fecais. Com relação aos aspectos quantitativos, conclui-se que o manejo contínuo da irrigação possibilita expressiva redução no consumo de água, ratificando resultados de outras pesquisas desenvolvidas na região em estudo.

Com relação ao conjunto de indicadores econômicos, conclui-se que apesar a flutuação da produtividade no período avaliado, a margem bruta/ha apresentou alto desempenho, mostrando-se um indicador fundamental para analisar a eficiência econômica do agroecossistema.

Na avaliação da sustentabilidade do agroecossistema arroz orgânico, os indicadores da dimensão social apresentaram o pior desempenho, especialmente quanto ao grau de conhecimento e satisfação da família. Conclui-se que estas limitações influenciaram a variabilidade na produtividade da cultura no período estudado, bem como a decisão sobre a descontinuidade de adoção do sistema orgânico de produção.

Quanto aos atributos da metodologia de avaliação, concluiu-se que a maior sustentabilidade do agroecossistema está expressa através da produtividade e equidade. A sua maior fragilidade está indicada pelos atributos autodependência/autogestão e adaptabilidade.

Concluiu-se ainda que a metodologia MESMIS mostrou-se adequada para avaliar a sustentabilidade do agroecossistema neste estudo de caso, sendo bastante flexível e permitindo assim explorar aspectos específicos da realidade local e regional.



## 6. SUGESTÕES

Com base nos estudos realizados, indica-se o uso de bioindicadores como medida complementar nas avaliações de recursos hídricos objeto de uso agrícola. Vale ressaltar a importância de realização de testes utilizando organismos de representação da cadeia trófica no monitoramento de áreas expostas à agroquímicos.

Sugere-se concentrar esforços em ações que tenha como meta reduzir o consumo hídrico do arroz irrigado, pois isso não afetaria a produtividade potencial da cultura, desde que as tecnologias sejam bem dominadas pelos rizicultores.

O domínio dos procedimentos de manejo da cultura e da irrigação no agroecossistema arroz orgânico ainda está pouco difundido entre os agricultores. Recomenda-se a organização de curso específico sobre as tecnologias de produção do arroz orgânico, em associação com entidades públicas e privadas, principalmente cooperativas e associações de irrigantes, e incentivar a troca de experiências entre agricultores adotantes do sistema para ajudar a melhorar o conhecimento das alternativas tecnológicas disponíveis. O uso de marrecos, durante ou após o ciclo do arroz, é alternativa que precisa ser mais discutida e testada, tendo boas chances de facilitar o convívio da produção orgânica de arroz com invasoras e insetos-praga.

Finalmente, sugere-se ao comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá o incentivo à realização de novos estudos que avaliem aspectos de qualidade e quantidade de água utilizada na rizicultura, assim como estudos que analisem a possibilidade de aplicação de incentivos (financeiro, tributário etc.) à produção orgânica de arroz irrigado.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBA-TECEDOR, J. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. In: SIMPOSIO DEL AGUA EN ANDALUCIA (SIAGA), 4. 1996. Almería. *Anais...* Almería: SIAGA, v. 2. p. 203-213. Disponível: <[www.famu.org/mayfly/pubs/pub\\_a/pubalbaj1996p203.pdf](http://www.famu.org/mayfly/pubs/pub_a/pubalbaj1996p203.pdf)>. Acesso em: 15 de janeiro de 2008.

ALEXANDRE, N. Z.; DUARTE, G. M. Caracterização das águas superficiais da bacia do rio Araranguá. In: SCHEIBE, L. F.; FURTADO, S. M. de A.; BUSS, M. D. (orgs.). *Geografias entrelaçadas: ambiente rural e urbano no sul de Santa Catarina*. Florianópolis: Ed. da UFSC; Criciúma: Ed. da UNESCO, 2005. p. 63-101.

ALFONSO-MOREL, D.; FARIAS FILHO, D. Influência da tecnologia na qualidade de vida dos rizicultores de Turvo/SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1. REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23. 1999. Pelotas. *Anais...* Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 1999. p. 649-652.

ALLIANCE ONE. *Dados climatológicos de Araranguá: precipitação 2007-2008*. Araranguá, 2008. (Dados fornecidos em meio digital).

ALONÇO, A. dos S. et al. *Cultivo do arroz orgânico no Brasil: coeficientes técnicos do arroz irrigado no RS*, nov. 2005. (EMBRAPA. Sistemas de Produção 3.). Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap19\\_tabelas.htm#tabela2](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap19_tabelas.htm#tabela2)>. Acessado em 11 de setembro de 2008.

ALTHOFF, D., KLEVESTON, R. Sólidos suspensos e perda de nutrientes no preparo do solo para arroz irrigado. *Revista Agropecuária Catarinense*, v.9, n.2, jun. 1996, p. 44-46.

ALTIERI, M. A. Agroecology: a new research and development paradigm for world agriculture. *Agricultural Ecosystems Environmental*, v. 27, p. 37-46, 1989. Elsevier Science Publishers B.V. Disponível em: <<http://agroeco.org>>. Acesso em: 08 de maio de 2007.

ALTIERI, M. A. ¿Por que estudar la agricultura tradicional? *Agroecologia e Desarrollo*, n. 1, Mar. 1991. Disponível em: <<http://www.clades.cl/revistas/1/rev1art2.htm>>. Acessado em 08 de maio de 2007.

ALTIERI, M. A. An agroecological perspective to guide graduate educational programs in agricultural economics and rural development in Latin America of the XXI Century. *Ecological Economics*, v. 27, p. 227-236, 1998. Disponível em: <<http://agroeco.org>>. Acesso em: 17 de junho de 2007.

ALTIERI, M. A. & NICHOLLS, C. I. **Una perspectiva agroecológica para una agricultura ambientalmente sana y socialmente más justa em la América Latina del siglo XXI.** Instituto Nacional de Ecología. Disponível em: <<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/363/cap12.html#top>>. Acesso em: 13 de maio de 2007.

ALTIERI, M. A. & NICHOLLS, C. I. **Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café.** Disponível em: <<http://www.agroeco.org/doc/SistAgroEvalSuelo2.htm>>. Acessado em: 13 de fevereiro de 2008.

AMESC. Associação de Municípios do Extremo Sul Catarinense. **Dados do Município de Ermo.** Disponível em: <<http://www.amesc.com.br/municipios/index.php?show=detalhes&municipio=127>>. Acessado em: 03 de setembro de 2008.

ANTLE, J. M. & PINGALI, P. L. Pesticides, Productivity, and Farmer Health: A Philippine Case Study. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 76, p. 418-430, agosto de 1994. Disponível em: <<http://www.jstor.org/pss/1243671>>. Acesso em: 12 de março de 2007.

ARAÚJO, F. G. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o Rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos (SP), v. 58, n. 4, Nov. 1998. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-71081998000400002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71081998000400002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 25 de outubro de 2007.

ASTIER, M. La evaluación de la sustentabilidad em los sistemas de manejo: el Proyecto MESMIS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 1. SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE AGROECOLOGIA E V SEMINÁRIO ESTADUAL DE AGROECOLOGIA, 4. 2003. Porto Alegre, RS. **Anais...** . Porto Alegre: Emater/RS-Ascar; Pelotas : Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 234-240.

AZAMBUJA, I. H. V. Contribuição do cultivo de arroz irrigado na economia brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 674-676.

AZEVEDO NETO, J. M. de; ÁLVARES, G. A. **Manual de Hidráulica.** São Paulo: Edgar Blücher, 1986. v. 2. ed. 7. p. 486.

BACK, A. J. Viabilidade da cobrança pela utilização de águas para irrigação na bacia do rio Araranguá. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v.4, n.2, p. 69-76, 1998.

BACK, A. J.; LUCIETTE, D. **Medidas de vazão em canais de irrigação.** Florianópolis: Epagri, 2006. 33 p. (Epagri. Boletim Técnico, 129).

BAMBARADENIYA, C. N. B. et al. Biodiversity associated with an irrigated rice agroecosystem in Sri Lanka. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, n. 9, p. 1715-1753, Agosto de 2004. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/w70l5762q7426737/>>. Acesso em: 29 de março de 2008.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J.B. **Rapid Bioassessment Protocols For Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish**. Washington: EPA, 2007. Disponível em: <<http://www.epa.gov/owow/monitoring/rbp/download.html>>. Acessado em: 23 de março de 2007.

BELTRAME, M. de A.; PEREIRA, A. A. A.; GRAIPEL, M. E. Agroecossistema orizícola no extremo sul de Santa Catarina e sua influência na dinâmica de populações de pequenos mamíferos (roedores e marsupiais). In: ANAIS/IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO E XXVI REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, Santa Maria - RS, 09 a 12 de agosto de 2005. **Anais...** Santa Maria: Editora Orium, 2005. 2v. p. 469-471.

BENITEZ, R. M.; GOLINSKI, I. A agricultura orgânica como estratégia alternativa em busca da sustentabilidade - uma análise estatística da organização atual. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 117-132, 2007. Disponível em: <<http://www.revista-rai.inf.br/ojs-2.1.1/index.php/rai/article/viewFile/124/101>>. Acessado em 10 de setembro de 2008.

BINS, G. F. et al. Percepção dos agricultores quanto aos problemas ambientais na Região Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, fevereiro de 2007. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/seeragroecologia/ojs/include/getdoc.php?id=2764&article=877&mode=pdf>>. Acessado em 05 de outubro de 2008.

BOCKSTALLER, C. & GIRARDIN, P. How to validate environmental indicators. **Agricultural Systems**, v. 76, n. 2, p. 639-653, Maio 2003. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T3W-47W5MDD-1&\\_user=10&\\_rdoc=1&\\_fmt=&\\_orig=search&\\_sort=d&view=c&\\_acct=C000050221&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10&md5=ce6a52d2c7049db9b440ff9eb0e55fd6](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T3W-47W5MDD-1&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=ce6a52d2c7049db9b440ff9eb0e55fd6)>. Acesso em: 20 de julho de 2007.

BOLOGNESI, C. Genotoxicity of pesticides: a review of human biomonitoring studies. **Mutation Research/Reviews in Mutation Research**, v. 543, n. 3, p. 251-272, Junho de 2003. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T2G-48740GK1&\\_user=10&\\_rdoc=1&\\_fmt=&\\_orig=search&\\_sort=d&view=c&\\_acct=C000050221&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10&md5=9dc68b7ff065940fab22c351e24aad91](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T2G-48740GK1&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=9dc68b7ff065940fab22c351e24aad91)>. Acesso em 19/10/2008.

BONUMÁ, N. B. **Avaliação da qualidade da água sob impacto das atividades de implantação de garimpo no Município de São Martinho da Serra.** Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria (RS), 2006.

BOYS, A. F. F. **Energy Inputs to Agriculture.** Jan. 2005. Disponível em: <<http://www9.ocn.ne.jp/~aslan/agene05.pdf>>. Acesso em: 17 de junho de 2007.

BRAGA, H. J., GHELLRE, R. Proposta de Diferenciação Climática para o Estado de Santa Catarina. In: XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. **Anais.** Florianópolis - SC. 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura orgânica - legislação.** Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acessado em: 14 de maio de 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Situação da produção orgânica 2006.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 27 de agosto de 2008.

BRONDANI, G.; VEY, I. H.; MADRUGA, S. R.; TRINDADE, L. DE L.; VENTURINI, J. C. Diferenciais de custos em culturas de arroz: a experiência do Rio Grande do Sul. **Revista Universo Contábil**, Blumenau, v. 2, n. 1, p. 61-74, jan./abr. 2006. Disponível em: <[proxy.furb.br/ojs/index.php/universocontabil/article/viewPDFInterstitial/106/65](http://proxy.furb.br/ojs/index.php/universocontabil/article/viewPDFInterstitial/106/65)>. Acessado em: 10 de setembro de 2008.

CABEZAS, H.; PAWLOWSKI, C. W.; MAYER, A. L.; HOAGLAND, N. T. Sustainability: ecological, social, economic, technological, and systems perspectives. **Clean Techn Environ Policy**, v. 5, p. 167-180, 2003. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/index/6PT3VEPPY4E56FH1.pdf>>. Acesso em: 23 de novembro de 2007.

CAMINO, R. de; MULLER, S. **Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores.** San José, C.R.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura/Proyecto IICA/GTZ, 1993. 134 p. (Série Documentos de Programas/IICA, n. 38).

CAMPOMAR, Marcos C. **As Atividades de Marketing no Processo de Transferência de Tecnologia oriunda de Institutos de Pesquisa Governamental.** Curso Sobre Comercialización y Transferência de Tecnologia - PROTEC. Artigos Seleccionados, 1991.

CAPORAL, F. R. & COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: enfoque científico e estratégico para apoiar o desenvolvimento rural sustentável.** Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2002.

CAPORAL, F. R. **Superando a Revolução Verde: A transição agroecológica no estado do Rio Grande do Sul, Brasil**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2003, disponível em: <<http://www.agroecologia.uema.br/publicacoes/publicacoes.php>>. Acesso em 25 de março de 2008.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Segurança alimentar e agricultura sustentável: uma perspectiva agroecológica. **Revista Ciência & Ambiente**. v. 27. jul/dez. 2003. Disponível em: <<http://www.agroecologia.uema.br/publicacoes/Segurancaalimentareagriculturasustentavel.pdf>>. Acesso em: 25 de março de 2008.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. **Agroecologia: matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável**. Brasília (DF), 2006. Disponível em: <[www.agroecologia.uema.br/publicacoes/AgroecolTexto.pdf](http://www.agroecologia.uema.br/publicacoes/AgroecolTexto.pdf)>. Acesso em: 07 de setembro de 2007.

CAPRA, Fritjof. **As Conexões Ocultas: ciência para uma vida sustentável**. 4. ed. São Paulo: Cultrix, 2005. 296 p.

CARPENTER, D. An investigation into the transition from technological to ecological rice farming among resource poor farmers from the Philippine island of Bohol. In: **Agriculture & Human Values**. v. 20. n. 2. p. 165-176, 2003. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/k2132037837044r7/>>. Acesso em: 22 de março de 2008.

CARVALHO PINTO-SILVA, C. R. **Incidência de Fitoplâncton Tóxico na Costa Catarinense: Impacto na Saúde Pública e no Meio Ambiente**. 2005. 168 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

CENTRO DE INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS DE SANTA CATARINA. **Número total de atendimentos registrados pelo Centro de Informações Toxicológicas de Santa Catarina, no período de maio 1984 a dez de 2007**. Disponível em: <<http://www.cit.sc.gov.br/index.php>>. Acesso em: 10 de abril de 2008.

CLARE, J. P. **Daphnia: an Aquarist's Guide**. Disponível em: <[www.caudata.org/daphnia/](http://www.caudata.org/daphnia/)>. Acesso em: 30 de setembro de 2007.

CLEMENTE, F. A. S. **Pesquisa qualitativa, exploratória e fenomenológica: alguns conceitos básicos**. Disponível em: <[http://www.administradores.com.br/artigos/pesquisa\\_qualitativa\\_exploratoria\\_e\\_fenomenologica\\_alguns\\_conceitos\\_basicos/14316/](http://www.administradores.com.br/artigos/pesquisa_qualitativa_exploratoria_e_fenomenologica_alguns_conceitos_basicos/14316/)>. Acesso em: 21 de agosto de 2008.

COMASSETTO, V. **Área de arroz irrigado na bacia do Araranguá**. Florianópolis: UFSC, 2008. (Comunicação pessoal).

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2008.

CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria-RS. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2005. 159 p.

CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27., 2007, Pelotas-RS. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Pelotas: SOSBAI, 2007. 154p. Disponível em: <<http://www.sosbai.com.br/cbai2007/>>. Acesso em: 15 de junho de 2008.

COOPERSULCA. **Produção de arroz orgânico**. Turvo: COOPERSULCA, 2005. Disponível em: <<http://www.coopersulca.com.br/>>. Acessado em: 23 de junho de 2006.

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

COSTA, C.; TEIXEIRA, J. P.; SILVA, S.; ROMA-TORRES, J., COELHO, P.; GASPAR, J.; ALVES, M.; LAFFON, B.; RUEFF, J.; MAYAN, O. Cytogenetic and molecular biomonitoring of a Portuguese population exposed to pesticides. **Mutagenesis**, v. 21, n. 5, p. 343-350, 2006. Disponível em: <<http://mutage.oxfordjournals.org/cgi/reprint/21/5/343>>. Acesso em: 01 de junho de 2008.

COSTA, C. H. da. **Avaliação da Toxicidade e Mutagenicidade da Água da Bacia do Rio Araranguá Sobre Diferentes Níveis Tróficos**. 2007. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis (SC), 2007.

COUTINHO, C. P.; CHAVES, J. H. O estudo de caso na investigação em Tecnologia Educativa em Portugal. In: **Revista Portuguesa de Educação**, Universidade do Minho, Braga, Portugal, v. 15, n. 1, p. 2221-2243, 2002. Disponível em: <[www.redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/374/37415111.pdf](http://www.redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/374/37415111.pdf)>. Acessado em: 05 de abril de 2008.

DALL'ALBA, J. L. **Histórias do grande Araranguá**. Araranguá: Gráfica Orion Editora, 1997. 519 p.

DANTAS, M. E.; GOULART, D. R.; JACQUES, P. D.; ALMEIDA, I. de S.; KREBS, A. S. J. **Geomorfologia aplicada à gestão integrada de bacias de drenagem: Bacia do Rio Araranguá (SC), Zona Carbonífera Sul-Catarinense**. 2005. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=700&sid=94>>. Acesso em: 17 de setembro de 2006.

DARÉLLA, M. S. **Os cultivos de arroz, fumo e banana na sub-bacia do Córrego Garuva, Sombrio - SC, a utilização dos agrotóxicos e sua implicação na saúde dos trabalhadores.** 2001. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

DARÉLLA, M.S. & FURTADO, S.M.A. Os agrotóxicos e a saúde dos trabalhadores rurais. In: SCHEIBE, L. F.; FURTADO, S. M. de A.; BUSS, M. D. (orgs.). **Geografias entrelaçadas: ambiente rural e urbano no sul de Santa Catarina.** Florianópolis: Ed. Da UFSC; Criciúma: Ed. Da UNESC, 2005. p. 125-145.

DAROLT, M. R. **As dimensões da sustentabilidade: um estudo da agricultura orgânica na Região Metropolitana de Curitiba, Paraná.** 2000. 310 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2000.

DEFRA. Department for Environment, Food and Rural Affairs. **Freshwater quality: Pesticides.** Disponível em: <<http://www.defra.gov.uk/environment/statistics/inlwater/iwpesticide.htm>>. Acesso em: 01 de maio de 2008.

DEPONTI, C.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. L. B. de. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, p. 44-52, out/dez., 2002.

DEPONTI, C; ALMEIDA, J. **Indicadores para avaliação da sustentabilidade em contextos de desenvolvimento rural local.** Disponível em: <[http://www.emater.tche.br/docs/agroeco/artigos\\_sustentabilidade/Cidonea\\_Machado.pdf](http://www.emater.tche.br/docs/agroeco/artigos_sustentabilidade/Cidonea_Machado.pdf)>. Acessado em 12 de setembro de 2008.

DESCHAMPS, F. C.; NOLDIN, J. A. Método multiresíduo para a determinação de pesticidas em água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2, /REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24, 2001, Porto Alegre, RS. **Anais...** . Porto Alegre: IRGA, 2001. p.786-788.

DESCHAMPS, F. C.; NOLDIN, J. A.; EBERHARDT, D. S.; HERMES, L. C.; KNOBLAUCH, R. Resíduos de agroquímicos em água nas áreas de arroz irrigado em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003a, Balneário Camboriú, SC. **Anais...**Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 683-686.

DESCHAMPS, F. C.; NOLDIN, J. A.; EBERHARDT, D. S.; KNOBLAUCH, R. A qualidade da água em áreas cultivadas com arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003b. p. 700-702.



DORNELLES, M. E.; DURIGON, R.; SCHLOSSER, J. F. **Determinação de correlações entre atributos de solo e produtividade de arroz irrigado através de técnicas de agricultura de precisão.** Disponível em: <<http://www.cori.unicamp.br/jornadas/completos/UFSM/DETERMINACAO%20DE%20CORRELACOES%20.doc>>. Acessado em: 10 de setembro de 2008.

EBERHARDT, D. S. Consumo de água em lavoura de arroz irrigado sob diversos métodos de preparo do solo. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 7, n. 1, p. 51-53, março de 1994. Florianópolis: EPAGRI, 1994.

EBERHARDT, D. S.; BACHA R. E. Preparo do solo e manejo de água. In: EPAGRI. **Arroz irrigado: sistema pré-germinado.** Florianópolis, 2002. p. 61-69.

EBERHARDT, D. S. **Manejo da adubação nitrogenada em arroz irrigado e sua relação com a competitividade do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.).** 1998. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Fitotecnia - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998.

EMBRAPA. **Origem e História do Arroz.** Disponível em: <[www.cnpaf.embrapa.br](http://www.cnpaf.embrapa.br)>. Acessado em: 20 de maio de 2007.

EPA - U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms.** EPA-821-R-02-012. Office of Water. Washington DC, 2002. Disponível em: <<http://www.epa.gov/waterscience/methods/wet/disk2/atx.pdf>>. Acesso em: 29 de setembro de 2007.

EPAGRI. Cepa - Centro de Estudos de Safras e Mercados. **Evolução da produtividade do arroz irrigado em Santa Catarina, 1985-2007.** Disponível em: <<http://cepa.epagri.sc.gov.br>>. Acessado em: 17 de novembro de 2007.

EPAGRI. Escritório Municipal de Meleiro (SC). **Informações sobre canal de irrigação da COOIMEL.** Meleiro, 2007. (Comunicação pessoal prestada em: 22 de junho de 2007).

EPAGRI. Centro de Estudos de Safras e Mercados. **Levantamento da produção orgânica sul catarinense.** 2008. (Comunicação pessoal)

EPAGRI. **Sistema de produção de arroz irrigado em Santa Catarina: Pré-germinado.** Florianópolis: EPAGRI, 1998. 79p. (EPAGRI. Sistemas de Produção, 32).

EPAGRI. **Levantamento da safra de arroz irrigado 2006/07.** Araranguá, 2007. (comunicação pessoal)

EPAGRI/CEPA. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2006-2007.** Florianópolis, 2007. 282 p. Disponível em: <[www.cepa.epagri.sc.gov.br](http://www.cepa.epagri.sc.gov.br)>. Acessado em 03 de agosto de 2008.

ESTER, P.; SIMÕES, S.; VINKEN, H. Mudança cultural e ambientalismo: uma abordagem transnacional sobre opinião pública e agentes decisórios. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, v.7, n. 2, Jul/Dez, 2004.

FAO. **SMIA: Sistema Mundial de Informação e Alerta sobre Agricultura e Alimentação**. Disponível em: <<http://www.fao.org/giews/>>. Acesso em: 28 de abril de 2008.

FERNANDES, V. S. **Manejo de água contínuo no cultivo de arroz irrigado no sistema pré-germinado**. 2004. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

FINKLER, R. **Avaliação de efeito tóxico de líquidos percolados sobre o sistema reprodutivo de *Daphnia magna***. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002. 105p.

FLOHR, L. **Ensaio toxicológicos com *Daphnia Magna* como alternativa para classificação de resíduos sólidos industriais**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

FLORIANI, D. **Ciências em trânsito, objetos complexos: práticas e discursos socioambientais**. **Ambiente & sociedade**, Campinas, v.9, n.1, Jan./Jun., 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2006000100004&lng=enes&nrm=iso&...%20-%2085k](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2006000100004&lng=enes&nrm=iso&...%20-%2085k)>. Acessado em: 17 de setembro de 2007.

FOLADORI, G.; TOMMASINO, H. El concepto de desarrollo sustentable treinta años después. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 1, p. 41-56, jan./jun., 2000. Disponível em: <<http://calvados.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/made/article/view/3056/2447>>. Acesso em: 30 de abril de 2007.

FRACÁCIO, R. **Utilização de Bioensaios Ecotoxicológicos com *Danio rerio* (Cypriniformes, Cyprinidae) e Análises Limnológicas para a Avaliação Ambiental dos Reservatórios do Médio e Baixo Tietê (SP)**. 2001. 233 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2001. Disponível em: <<http://www.ufscar.br/~probio/bioensaios.html#importancia>>. Acesso em: 01 de maio de 2008.

FRANCISCO, M. J. **Rio Araranguá - o Nilo catarinense**. 2002. Relatório apresentado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE - Curso de Sensoriamento Remoto aplicado ao Meio Ambiente. Balneário Arroio do Silva (SC), 2002.

GAIDZINSKI, M. C.; FURTADO, S. M. A. Rizipiscicultura: uma prática de desenvolvimento sustentável? In: **Geografias entrelaçadas: ambiente rural e urbano no sul de Santa Catarina**. In: SCHEIBE, L.F.; FURTADO, S. M. de A.; BUSS, M. D. (orgs.). **Geografias entrelaçadas: ambiente rural e urbano no sul de Santa Catarina**. Florianópolis: Ed. da UFSC; Criciúma: Ed. da UNESCO, 2005. p. 37-61.

GIACOMIN, M. L. **Apoio à decisão para a implantação de ferramentas de projeto no processo de desenvolvimento de produtos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991. 3ª. ed. 159 p.

GILLIOM, R. J. **Pesticides in Ground Water. National assessment of pesticides in the streams, rivers, and ground water of the United States**. Disponível em: <<http://ca.water.usgs.gov/pnsp/gw/>>. Acesso em: 22 de março de 2007. (U.S Geological Survey. NWQA/ Pesticide National Synthesis Project).

GLIESSMAN, S.R., ROSADO-MAY, F.J., GUADARRAMA-ZUGASTI, C., JEDLICKA, J., COHN, A., MENDEZ, V.E., COHEN, R., TRUJILLO, L., BACON, C., JAFFE, R. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad . **Ecosistemas**, n. 1, 2007. Disponível em: <[http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp? Id= 459 &Id\\_Categoria=1&tipo=portada](http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp? Id= 459 &Id_Categoria=1&tipo=portada)>. Acesso em: 05 de setembro de 2007.

GOULART, M. & CALLISTO, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, n. 1. Disponível em: <[www.icb.ufmg.br/big/beds/arquivos/goulartecallisto.pdf](http://www.icb.ufmg.br/big/beds/arquivos/goulartecallisto.pdf)>. Acessado em: 14 de setembro de 2007.

GOULARTE, M. L. M. & BUSS, M. D. A busca da compreensão do ambiente e de suas relações: um desafio para a educação. In: SCHEIBE, L.F.; FURTADO, S. M. de A.; BUSS, M. D. (orgs.). **Geografias entrelaçadas: ambiente rural e urbano no sul de Santa Catarina**. Florianópolis: Ed. da UFSC; Criciúma: Ed. da UNESCO, 2005. p. 389-419.

GURR, G. M. Ecological engineering: pest management solutions for organic agriculture. CONFERÊNCIA ORGÂNICA NACIONAL (OFA), 3. 2006. Sydney, Austrália. **Anais...** Sydney, 2006. Disponível em: <[http://www.ofa.org.au/papers/OFA\\_Conferen ce\\_Proceedin gs.pdf#page=100](http://www.ofa.org.au/papers/OFA_Conferen ce_Proceedin gs.pdf#page=100)>. Acesso em: 05 de maio de 2008.

HAMERSCHMIDT, I., 2005. **Panorama geral: os números da agricultura orgânica hoje destacando o Paraná**. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br /trabiniberto.htm>>. Acesso em: 25 de agosto de 2008.

HEINRICHS, E. A. **Manejo de los insectos plaga del arroz**. Departamento de Entomología, Universidad de Nebraska. Lincoln, Nebraska (EUA), 2001. Disponível em: <<http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/arrozSp.htm>>. Acesso em: 27 de maio de 2007. (Trad. Jaime Molina-Ochoa).

HELFRICH, L. A.; WEIGMANN, D. L.; HIPKINS, P.; STINSON, E. R. **Pesticides and Aquatic Animals: A Guide to Reducing Impacts on Aquatic Systems**. 1996. Disponível em: <<http://www.ext.vt.edu/pubs/waterquality/420-013/420-013.html>>. Acesso em: 10 de novembro de 2007.

IBGE - **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. (Elaborado por SILVA, O. F. da). Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/apps/socioeconomia/docs/arroz/sistemaplantiarroz.htm>>. Acesso em: 23 de julho de 2007.

IBGE. **Contagem da população 2007**. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acessado em: 23 de março de 2008a.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agropecuária, prognóstico de dezembro de 2007**. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 25 de março de 2008b.

IBGE. **Ortofoto do município de Ermo - SC**. 2002. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/ortofoto/Projeto\\_SC25/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/ortofoto/Projeto_SC25/)>. Acesso em: 25 de maio de 2008c.

IBGE. **Cidades. Ermo - SC**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=420519>>. Acesso em 16 de outubro de 2008d.

INSTITUTO CEPA. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina - 1997**. Florianópolis: Instituto Cepa/SC, 1998. Disponível em: <<http://cepa.epagri.sc.gov.br/>>. Acesso em: 08 de abril de 2007.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. Centro Brasileiro de Referência em Tecnologia Social. **Síntese da reflexão conceitual sobre Tecnologia Social**. São Paulo, 2004. 6 p. Disponível em: <[http://www.itsbrasil.org.br/pages/31/sintese\\_conceito\\_TS.pdf](http://www.itsbrasil.org.br/pages/31/sintese_conceito_TS.pdf)>. Acessado em 05 de outubro de 2008.

INTERNATIONAL WATER MANAGEMENT INSTITUTE. **Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture**. London: Earthscan, and Colombo, 2007. Disponível em: <[http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files\\_new/synthesis/Summary\\_SynthesisBook.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files_new/synthesis/Summary_SynthesisBook.pdf)>. Acesso em: 07 de agosto de 2007.

IOB. **Tabela de Salário Mínimo**. Disponível em: <<http://www.orgstarita.com.br/salario.htm>>. Acessado em: 08 de julho de 2008.

JOST, G. F. et al. Impacto de agroquímicos sobre a comunidade zooplantônica da água de irrigação em arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003, Balneário Camboriú, SC. *Anais...* Itajaí: EPAGRI, 2003a. p. 720-722.

JOST, G. F.; RESGALLA JR., C.; RÖRIG, L. R.; NOLDIN, J. A.; EBERHARDT, D. S. Utilização de copépodos (Crustácea) como bioindicadores da água de irrigação do arroz tratada com agroquímicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003, Balneário Camboriú, SC. *Anais...* Itajaí: EPAGRI, 2003b. p. 717-719.

KNOBLAUCH, R.; EBERHARDT, D. S. Cama de aviário na fertilização do arroz irrigado em sistema pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; Balneário Camboriú, SC. *Anais...* Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 300-302.

LANNA, A. C. **Impacto ambiental de tecnologias, indicadores de sustentabilidade e metodologias de aferição: uma revisão.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 31 p. (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, 144).

LANNA, A. E. **Instrumentos de planejamento e gestão ambiental para a Amazônica, Cerrado e Pantanal.** Primeira fase: metodologia de gerenciamento de bacias hidrográficas. Porto Alegre: UFRGS, 1992. (Relatório Final).

LEMERLE, D.; VERBEEK, B.; COUSENS, R. D.; COOMBES, N. E. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. *Weed Research*, v. 36, n. 6, p. 505-513, Dec. 1996. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content/bsc/weed/1996/00000036/00000006/art00018>>. Acesso em: 07 de agosto de 2007.

LÓPEZ RIDAURA, S. **Multi-Scale Sustainability Evaluation.** A framework for the derivation and quantification of indicators for natural resource management systems. Tese (Doutorado). Wageningen University. Holanda, 2005. Disponível em: <[http://www.secheresse.info/article.php3?id\\_article=2746](http://www.secheresse.info/article.php3?id_article=2746)>. Acesso em: 25 de março de 2008.

LÓPEZ-RIDAURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M. Evaluating the sustainability of integrated peasantry systems: The MESMIS Framework. *Ileia Newsletter*. Dec. 2000. Disponível em: <[www.metafro.be/leisa/2000/164-28-30.pdf](http://www.metafro.be/leisa/2000/164-28-30.pdf)>. Acessado em: 25 de novembro de 2007.

MACEDO, V. R. M.; MARCOLIN, E.; GENRO JUNIOR, S. Monitoramento da água de irrigação e de drenagem na Estação Experimental do Arroz em Cachoeirinha (RS). In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO E XXVI REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, Santa Maria - RS, 09 a 12 de agosto de 2005. *Anais...* Santa Maria: Editora Orium, 2005. 2v. p. 535-537.

MACEDO, V. R. M.; MARCOLIN, E.; GENRO JUNIOR, S. Perdas de nutrientes e solo em diferentes manejos da água no sistema pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003, Balneário Camboriú, SC. *Anais...* Itajaí: EPAGRI, 2003a. p. 184-186.

MACEDO, V. R. M.; MARCOLIN, E.; MARCHEZAN, E.; CAMARGO, E. R. Nutrientes nas águas da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim durante o período de cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003, Balneário Camboriú, SC. *Anais...* Itajaí: EPAGRI, 2003b. p. 218-220.

MACHADO, S. L. O. et al. Determinação do consumo de água em cinco sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ-RENAPA, 7. 2002, Santo Antônio de Goiás. *Anais...* Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2002. v. 1. p. 336-339. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/publicacao/seriedocuments/index.htm>>. Acesso em: 16 de setembro de 2007.

MACHADO, V. G. **Determinação do potencial tóxico e genotóxico de líquido percolado gerado em aterramento sanitário de resíduos sólidos urbanos.** 2005. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005

MARCHEZAN, E.; ÁVILA, L. A. de; ZANELLA, R.; GARCIA, G. A.; MACHADO, S. L. de O.; GONÇALVES, F. F.; SANTOS, F. M. dos; MACEDO, V. R. M. Monitoramento de herbicidas utilizados na cultura do arroz irrigado nas águas da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, durante a safra 2003/04. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26. 2005. Santa Maria - RS. *Anais...* Santa Maria: Editora Orium, 2005a. 2v. p. 538-540.

MARCHEZAN, E.; ZANELLA, R.; ÁVILA, L. A. de; GARCIA, G. A.; MACEDO, V. R. M.; KURZ, M. H. S.; MASSONI, P. F. S. Ocorrência de herbicidas utilizados na cultura do arroz irrigado na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, durante a safra 2004/05. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26. 2005. Santa Maria - RS. *Anais...* Santa Maria: Editora Orium, 2005b. 2v. p. 548-550.

MARCOLIN, E.; CORRÊA, N. I.; LOPES, M. S.; MACEDO, V. R. M.; MARQUES, J. B. B. Determinação do consumo de água em três sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23. 1999, Pelotas. *Anais...* Pelotas: UFPel, 1999. p. 263-265.

MARINOVICH, M.; GUIZZETTI, M.; GHILARDI, F.; VIVIANI, B.; CORSINI, E.; GALLI, C. L. Thyroid peroxidase as toxicity target for dithiocarbamates. *Archives of toxicology*, v. 71, n. 8, p. 508-512, 1997. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/v3cu8r5cj2ldx2ww/fulltext.pdf>>. Acessado em: 10 de maio de 2007.

MARQUES, J. F.; SKOPURA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. (ed.). **Indicadores de sustentabilidade em Agroecossistemas**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 281 p.

MARTINI, L. C. P. **Medidas compensatórias aplicáveis à questão da poluição hídrica de origem agrícola**. 2000. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.

MARTINS, S. R. **Aspectos metodológicos dos Indicadores de Sustentabilidade**. Material apresentado na disciplina de Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas. Florianópolis: UFSC, 2006.

MARTINS, S. R. **Estratégia para a construção do ideário da sustentabilidade agrícola**. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 1, n. 2, Abr/Jun, 2000. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/n2/13-artigo3.htm>>. Acessado em: 20 de junho de 2008.

MARTINS, S. R. O significado da “Tecnologia Social”. In: TSGA. **Oficina I - Manual do monitor. Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água**. Florianópolis: UFSC, 2007. Disponível em: <<http://www.tsg.agua.ufsc.br/index.php>>. Acessado em 10 de outubro de 2008.

MARZALL, K. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. 1999. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.

MATOS FILHO, A. M. **Agricultura orgânica sob a perspectiva da sustentabilidade: uma análise da Região de Florianópolis - SC, Brasil**. 2004. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

MATTOS, M. L. T.; ANDRES, A.; SANTOS, I. M. B dos. Dissipação do herbicida clomazone em solo, água e sedimentos de lavoura de arroz irrigado, no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26. 2005. Santa Maria - RS. **Anais...** Santa Maria: Editora Orium, 2005a. 2v. p. 508-510.

MATTOS, M. L. T.; HERMES, L. C.; PERALBA, M. do C. R. Monitoramento ambiental do herbicida clomazone, formulação solúvel, em água de lavouras de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26. 2005. Santa Maria - RS. **Anais...** Santa Maria: Editora Orium, 2005b. 2v. p. 508-510.

MATTOS, M. L. T.; SCIVITTARO, W. B.; PETRINI, J. A.; SANTOS, I. M. B. dos. Perda de sólidos totais e nutrientes na água de lavoura de arroz irrigado cultivado no sistema pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26. 2005. Santa Maria - RS. **Anais...** Santa Maria: Editora Orium, 2005c. 2v. p. 555-557.

MATTOS, M. L. T.; DESCHAMPS, F. C.; PETRINI, J. A. Monitoramento ambiental de pesticidas em água de lavouras de arroz irrigado no sistema pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003a. p. 697-699.

MATTOS, M. L. T. et al. Oportunidades e dificuldades de um sistema de produção orgânica de arroz irrigado: experiência em propriedade familiar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003b. p. 729-731.

MENDOZA, T. C. Comparative productivity, profitability and energy use in Organic, LEISA and Conventional rice production in the Philippines. CONGRESSO MUNDIAL ORGÂNICO DO IFOAM, 14. 2002. Victoria, Canadá. **Livestock Research for Rural Development**, v. 14, n. 6. Dec. 2002. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd>>. Acesso em: 08 de julho de 2006.

MUNIZ, A. W.; TEVÊS, C. I.; SILVA, E. Produção alternativa de arroz irrigado em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 726-728.

NAKAGOME, F. K.; NOLDIN, J. A.; RESGALLA JR., C. Toxicidade aguda e análise de risco de herbicidas e inseticidas utilizados na lavoura do arroz irrigado sobre o cladóceros *Daphnia magna*. **Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente**, Curitiba, v. 16, p. 93-100, jan./dez., 2006. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/pesticidas/article/view/7483/5352>>. Acesso em: 22 de maio de 2008.

NAKAGOME, F. K.; NOLDIN, J. A.; RESGALLA JR., C. Toxicidade aguda de alguns herbicidas e inseticidas utilizados em lavouras de arroz irrigado sobre o peixe *Danio rerio*. **Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente**, Curitiba, v. 17, p. 117-122, jan./dez., 2007. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/pesticidas/article/viewPDFInterstitial/9186/7251>>. Acesso em: 22 de maio de 2008.

NAKAGOME, F. K.; RESGALLA JR., C.; NOLDIN, J. A. Toxicidade aguda de herbicidas e inseticidas utilizados em arroz irrigado sobre microcrustáceo (*Daphnia magna* L.) e peixe (*Danio rerio*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26. 2005. Santa Maria - RS. **Anais...** Santa Maria: Editora Orium, 2005. 2v. p. 566-568.



NOLDIN, J. A.; EBERHARDT, D. S. A realidade ambiental e a lavoura orizícola brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26. 2005. Santa Maria - RS. **Anais ...** Santa Maria: Editora Orium, 2005. 2v. p. 612-621.

NOLDIN, J. A. et al. **Algumas recomendações para a produção de arroz irrigado com baixo impacto ambiental**. Florianópolis: EPAGRI, 2003. 22 p.

NOLDIN, J. A.; EBERHARDT, D. S.; SCHIOCCHET, M. A. **Manejo de plantas daninhas**. In: EPAGRI. **Arroz irrigado: sistema pré-germinado**. Florianópolis: EPAGRI, 2002. p. 101-112.

OLIVEIRA, R. B. S.; CASTRO, C. M.; BAPTISTA, D. F. Desenvolvimento de índices multimétricos para utilização em programas de monitoramento biológico da integridade de ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, n. 12, v. 3, p. 487-505, 2008. Disponível em: <<http://www.ppgecologia.biologia.ufrj.br/oecologia/index.php/oecologiabrasiliensis/article/viewFile/246/212>>. Acesso em 29 de novembro de 2008.

OLTRAMARI, A. C.; ZOLDAN, P.; ALTMANN, R. **Agricultura orgânica em Santa Catarina**. Florianópolis: Instituto CEPA/SC, 2002. 55 p.

ONU. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. **Anuário Geo 2007: Un panorama de nuestro cambiante medio ambiente**. Nairobi, Kenya. 2007. Disponível em: <[http://www.unep.org/geo/yearbook/yb2007/PDF/GYB2007\\_Spanish\\_Full.pdf](http://www.unep.org/geo/yearbook/yb2007/PDF/GYB2007_Spanish_Full.pdf)>. Acesso em: 28 de julho de 2007.

ORTEGA, E. **Engenharia Ecológica: conceitos básicos e importância do trabalho de H. T. Odum**. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/C01-EngEcol.pdf>>. Acessado em: 13 de maio de 2007.

PELLEGRIN, L. C. **Projeto de Administração Rural e Socioeconomia**. Gerência Regional de Criciúma. Criciúma: EPAGRI, 2008. (Comunicação pessoal).

PELLEGRIN, L. C.; ALFONSO-MOREL, D. O lucro na produção de arroz no sul do Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 668-670.

PETRINI, J. A. et al. **Projeto “Marca”: Manejo Racional da Cultura do Arroz Irrigado no RS - “tecnologias-chave”**. Disponível em: <[http://www.cnpaf.embrapa.br/publicacao/seriedocumentos/doc\\_196/trabalhos/CBC-TRAB\\_53-2.pdf](http://www.cnpaf.embrapa.br/publicacao/seriedocumentos/doc_196/trabalhos/CBC-TRAB_53-2.pdf)>. Acessado em 14 de setembro de 2008.

PIMENTEL, D., BERGER, B., FILIBERTO, D., NEWTON, M., WOLFE, B., KARABINAKIS, E., CLARK, S., POON, E., ABBETT, E., NANDAGOPAL, S. **Water Resources, Agriculture and the Environment**. July, 2004. Disponível em: <[http://dspace.library.cornell.edu/bitstream/1813/352/1/pimentel\\_report\\_04-1.pdf](http://dspace.library.cornell.edu/bitstream/1813/352/1/pimentel_report_04-1.pdf)>. Acesso em: 11 de julho de 2007.

PIMENTEL, D. Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. Ithaca, NY. **Environment, Development and Sustainability**, v. 7, p. 229-252, Springer 2005. Disponível em: <[http://www.organicvalley.coo/p/fileadmin/pdf/pesticides\\_2005.pdf](http://www.organicvalley.coo/p/fileadmin/pdf/pesticides_2005.pdf)>. Acesso em: 11 de julho de 2007.

PIMENTEL, D.; HEPPELY, P.; HANSON, J.; SEIDEL, R.; DOUDS, D. **Organic and Conventional Farming Systems: Environmental and Economic Issues**. July, 2005. Disponível em: <[http://ecommons.library.cornell.edu/bitstream/1813/2101/1/pimentel\\_report\\_05-1.pdf](http://ecommons.library.cornell.edu/bitstream/1813/2101/1/pimentel_report_05-1.pdf)>. Acesso em: 25 de maio de 2007.

PINHEIRO, S. et al. **A Agricultura Ecológica e a Máfia dos Agrotóxicos no Brasil**. Canoas/RS: Escola Profissional La Salle, 1993. 338 p.

PORCUNA, J. L. 2007. Producción integrada. Una estrategia de tránsito hacia sistemas más sostenibles. **Ecosistemas**, n. 1, 2007. Disponível em: <[http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=460&Id\\_Categoria=1&tipo=portada](http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=460&Id_Categoria=1&tipo=portada)>. Acesso em: 29 de julho de 2007.

PRANDO, H. F. Manejo de pragas em arroz irrigado. In: EPAGRI. **Arroz irrigado: sistema pré-germinado**. Florianópolis, 2002. p. 175-201.

PRETTY, J. **Agroecological approaches to Agricultural Development**, 2006. Disponível em: <[www.rimisp.org/getdoc.php?docid=6440](http://www.rimisp.org/getdoc.php?docid=6440)>. Acessado em 23 de outubro de 2008.

PROCHNOW, R. **Alternativas tecnológicas para produção integrada de arroz orgânico**. 2002. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

RAMIREZ, H. V. B.; MENEZES, V. G.; OLIVEIRA, J. C. S. Controle precoce de plantas daninhas e início da irrigação da cultura do arroz no sistema convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23. 1999. Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. v. I. p. 524-527.

RAMOS, M. G. et al. **Manual de produção de arroz irrigado**. Florianópolis, SC: EMPASC/ACARESC, 1981. 225 p.

RIBEIRO JR., P. J. **Estatística descritiva**. Disponível em: <<http://leg.ufpr.br/~paulojus/CE003/ce003/node2.html#SECTION00023400000000000000>>. Acessado em: 09 de agosto de 2008.

RIGHES, A. A. Recursos hídricos e a lavoura de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; E XXVI REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26. 2005. Santa Maria - RS. *Anais...* Santa Maria: Editora Orium, 2005. 2v. p. 641-652.

RODRIGUES, B. K. **Avaliação dos impactos de agrotóxicos na região do Alto Mogi-Guaçu (MG) por meio de ensaios laboratoriais com *Danio rerio* (Cypriniformes, Cyprinidae).** 2007. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos (SP), 2007.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, Brasília, v.19, n. 3, p. 349-375, 2002.

ROSSO, J. C. **Avaliação do consumo de água em lavouras de arroz irrigado no sistema pré-germinado nas condições climáticas sul catarinense.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2007. 64 p.

ROSSO, M. J. **Apresentação do Programa Integrado de Arroz - PIA.** Itajaí: EPAGRI, 2006. (Comunicação pessoal).

ROSSO, M. J. **Estimativa da produtividade do arroz irrigado em Turvo/ SC,** 2008. (Comunicação pessoal).

SACHET, Z. P. **Consumo de água de duas cultivares de arroz (*Oriza sativa*, L.) em três tratamentos de irrigação.** 1977. Dissertação (Mestrado) - Centro de Hidrologia Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1977.

SACHS, I. Desenvolvimento sustentável - desafio do século XXI. *Ambiente & Sociedade*, v. 7, n. 2, jul./dez, 2004. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/>>. Acessado em 28 de outubro de 2007. (Resenha ao livro de José Eli da Veiga. Rio de Janeiro, Garamond, 2005, 200 p).

SAMPAT, P. Pesticides on Tap. In: **State of the World 2001.** Chapter 2. Uncovering Groundwater Pollution. The Worldwatch Institute. Disponível em: <<http://macserv.murdoch.edu.au/N212/state/013.htm>>. Acesso em: 25 de junho de 2007.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural. **Levantamento Agropecuário de Santa Catarina 2002-2003.** Florianópolis, 2005. 255 p.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável. **Estudos dos instrumentos de gestão de recursos hídricos para o Estado de Santa Catarina e apoio para sua implementação: Relatório Final. Síntese dos estudos desenvolvidos.** Florianópolis, jun. 2006. (Programa de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural/PRAPEM/ Microbacias 2).

SARANDÓN, S. J. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la Revolución Verde. In: **Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable.** La Plata: S. J. Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, 2002. Cap. 20: 393-414.

SERAFINI, R. A. **Efeitos toxicológicos crônicos de agroquímicos utilizados na rizicultura, em juvenis de carpa comum (*Cyprinus carpio*).** 2003. 28 f. Dissertação (Bacharel em Biologia) - Universidade do Vale do Itajaí. Itajaí, 2003.

SETTLE, W. H.; ARIAWAN, H.; ASTUTI, E. T. Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. **Ecology.** v. 77. n. 7. October 1996. p. 1975-1988. Disponível em: <<http://www.jstor.org/pss/2265694>>. Acesso em: 29 de março de 2008.

SEVILLA GUZMÁN, E. et al. La acción social colectiva em agroecología. In: II CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA, AGRICULTURA ECOLÓGICA E DESARROLLO RURAL, 2. 1996. **Anais...** Pamplona-Iruña. Disponível em: <<http://www.medellin.gov.co/PortalAmbiental/consultas%20en%20linea.jsp?numero=44>>. Acessado em: 26 de julho de 2007.

SILVA, Juliana da; ERDTMANN, Bernardo; HENRIQUES, João A. P. (org.). **Genética Toxicológica.** Porto Alegre: Alcance, 2003. 424 p.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios.** Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 68 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 36). Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/public/conta.php3?flag=23>>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2008.

SILVEIRA, M. Â. da; CASTRO, V. L. de; PEREZ, M. A. Aplicação de indicadores clínicos de exposição na avaliação da saúde da agricultura familiar: o caso de Sumaré, Brasil. **Comunicação em Agribusiness & Meio Ambiente.** Revista Digital. v. 1. n. 1. Dez. 2004. Disponível em: <[http://www.agricoma.com.br/ver\\_coluna.htm](http://www.agricoma.com.br/ver_coluna.htm)>. Acesso em: 23 de outubro de 2007.

SOLDATELLI, D.; HOLZ, É.; TREVISAN, I.; ECHEVERRIA, L. C. R.; SANTOS, O. V. dos; NADAL, R. de; PINHEIRO, S. L. G. Glossário de termos de administração rural. In: II SEMINÁRIO DE ADMINISTRAÇÃO RURAL, 1992, Concórdia, SC. **Anais...** Florianópolis: EPAGRI, 1993. p. 75-105.

SPADOTTO, C. A. **Classificação de Impacto Ambiental**. Comitê de Meio Ambiente. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2002. (online). Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/herbicidas/>>. Acessado em: 16 de setembro de 2007.

STONE, L. F. **Eficiência do uso da água na cultura do arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 48 p. (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, 176).

STROPASOLAS, V. L. **O mundo rural no horizonte dos jovens**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.

SUSKI, P. P.; CORTINA, N.; de ROSSO, R. V.; FERREIRA, M. C. Software para uso em administração rural - MULTFARM e CONTAGRI. In: SEMINÁRIO DE ADMINISTRAÇÃO RURAL, 2. 1992. Concórdia, SC. **Anais...** Florianópolis: EPAGRI, 1993. p. 169-213.

TAGLIARI, P. S. A Agroecologia em Santa Catarina: como a Pesquisa e Extensão se inserem. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 1.; Seminário Internacional sobre Agroecologia, 4.; Seminário Estadual sobre Agroecologia, 5. 2003. Porto Alegre - RS. **Anais...** Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2003. CD-Rom.

TALAMINI, D. J. D.; DALMAZO, N. L. A inserção da administração rural na atividade agrícola. In: SEMINÁRIO DE ADMINISTRAÇÃO RURAL, 2. 1992. Concórdia, SC. **Anais...** Florianópolis: EPAGRI, 1993. p. 57-74.

TATES, A.D.; FARMER, P.B.; MOSSEL, H.; TANG, Y.S.; NATARAJAN, A.T. and EHRENBERG, L. Biological and chemical monitoring of occupational exposure to ethylene oxide. **Mutation Research**, v. 250, p. 483-497, 1980.

TSGA. Oficina I - Manual do monitor. **Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água**. Florianópolis: UFSC, 2007. Disponível em: <<http://www.tsg.agua.ufsc.br/index.php>>. Acessado em 10 de agosto de 2007.

TOLEDO, L. G. de; DESCHAMPS, F. C.; NICOLELLA, G.; NOLDIN, J. A.; EBERHARDT, D. S. **Impacto Ambiental da Cultura do Arroz Irrigado com Uso de Índice de Qualidade de Água (IQA)**. Embrapa Meio Ambiente: Jaguariúna, SP, Novembro, 2002. (Comunicado Técnico 8).

TOTTI, M. E. F. **Gestão das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul: governança, instituições e atores**. 2008. 133 p. Tese (Doutorado) - Programa de Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Estadual do Norte Fluminense. 2008. Campos dos Goytacazes (RJ), 2008. Disponível em: <[http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/pgecologia\\_5718\\_1220898671.pdf](http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/pgecologia_5718_1220898671.pdf)>. Acessado em 05 de outubro de 2008.

VERONA, L. A. F. **Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul.** 2008. 193 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2008.

VIANNA, L. F.; CONCEIÇÃO, G.; SCHMITZ, V. **Projeto Águas Rurais: Relatório preliminar da estimativa da demanda hídrica rural do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis: EPAGRI/CIRAM, 2006.

VOLTOLINI, J. et al. **Curso profissionalizante de arroz irrigado: informações técnicas; módulo básico.** Florianópolis, SC: EPAGRI/GTZ, 1998. 107 p. (EPAGRI. Boletim didático, 22).

VOLTOLINI, J.; ALTHOFF, D. A.; BACK, A. J. **Água de irrigação para a cultura do arroz irrigado no sistema pré-germinado.** In: EPAGRI. **Arroz irrigado: sistema pré-germinado.** Florianópolis, 2002. p. 133-173.

WASSMANN, R. et al. Fluxes and pools of methane in wetland rice soils with varying organic inputs. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 42, n. 1-2, September, 1996. Disponível em: <[http://www.springerlink.com/content/rx\\_0492r\\_472q7j625/](http://www.springerlink.com/content/rx_0492r_472q7j625/)>. Acesso em: 26 de abril de 2008.

YIN, R. K. **Case Study Research: design and methods.** Tradução e síntese: Prof. Ricardo Lopes Pinto, adaptação: Prof. Gilberto de Andrade Martins. Disponível em: <[http://www.eac.fea.usp.br/metodologia/estudo\\_caso.asp](http://www.eac.fea.usp.br/metodologia/estudo_caso.asp)>. Acesso em: 25 de abril de 2007.

ZAMPIERI, S. L.; BALDISSERA, I. T.; DESCHAMPS, F. C.; BACK, A. J. **Qualidade da Água da Microbacia de Tarumanzinho - Águas Frias - SC - Projeto Microbacias2.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO (COBRAC). 2006. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2006. Disponível em: <[http://www.geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac\\_2006/143.pdf](http://www.geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2006/143.pdf)>. Acesso em: 21 de maio de 2008.

ZANINI NETO, J. A. **Morfologia e fisiologia da planta de arroz.** In: EPAGRI. **Arroz irrigado: sistema pré-germinado.** Florianópolis, 2002. p. 11-52.

ZILLI, J. B. & BARCELLOS, G. M. Padrão de variação estacional dos preços do arroz no Estado do Rio Grande do Sul. **Informações Econômicas**, SP, v.36, n.3, mar. 2006. Disponível em: <<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/tec1-0306.pdf>>. Acessado em: 10 de setembro de 2008.

ZHU, Y. et al. Genetic diversity and disease control in rice. **Nature**, v. 406, p. 718-722, August, 2000. Disponível em: <<http://www.nature.com/uidfinder/10.1038/35021046>>. Acessado em: 30 de outubro de 2006.

## ANEXOS

## ANEXO I - RESULTADOS DOS TESTES DE TOXICIDADE - SEMENTE DE ALFACE

As tabelas apresentam o valor da medição das plântulas de alface após sete dias de exposição à amostra de água da entrada da lavoura orgânica nas concentrações 100, 50, 25 e 12,5%.

Quadro I. 1: Dados da medição das plântulas de alface após sete dias. Controle

Ensaio de Avaliação da Germinação e Crescimento da <i>L. sativa</i> Lineu - Primeiro ensaio				
Amostra: Água Destilada			Concentração: Controle	
Data da Coleta:			Data do Teste: 02/03/07	
pH:			Duração teste: 7 dias	
LEITURA - TAMANHO (mm) DA ALFACE AOS SETE DIAS				
Controle A	Controle B	Controle C	Controle D	Controle E
4,5	3	3	4	6
3,3	6	3,5	4	4,5
3	3,5	3	3,6	1,5
5	5	4,5	4	5
2	3,5	4,5	4	6
5	7	3	2	5
4	3,5	1	5	4,2
4,5	5	5	2,5	3
2	1	1,3	1	3
-	0,5	4	-	5
Soma: 173,4 mm			Média: 3,47 mm	

Fonte: COSTA, C. H., (2007).

Quadro I. 2: Dados da medição das plântulas de alface após sete dias. Concentração 100%.

Ensaio de Avaliação da Germinação e Crescimento da <i>L. sativa</i> Lineu - Primeiro ensaio				
Amostra: Água lavoura orgânica - Entrada			Concentração: 100%	
Data da Coleta:			Data do Teste: 02/03/07	
pH:			Duração teste: 7 dias	
LEITURA - TAMANHO (mm) DA ALFACE AOS SETE DIAS				
1 A	1 B	1 C	1 D	1 E
5,5	8	5	6	6
4	5	3	7	6
8,5	7	4,5	2	5
8	6,5	6	7,5	6
8,5	4,3	7	7,5	4,5
7	8,5	6	4	5
5,5	1	7	2,5	5
6,5	3	7,5	4,5	5
1	8	2,5	4	1
-	-	-	7	-
Soma: 242,8 mm			Média: 4,86 mm	

Fonte: Costa, 2007.

**Quadro I. 3:** Dados da medição das plântulas de alface após sete dias. Concentração 50%.

Ensaio de Avaliação da Germinação e Crescimento da <i>L. sativa</i> Lineu Primeiro Ensaio				
Amostra: Água lavoura orgânica - Entrada			Concentração: 50%	
Data da Coleta:			Data do Teste: 02/03/07	
pH:			Duração teste: 7 dias	
LEITURA - TAMANHO (mm) DA ALFACE AOS SETE DIAS				
2 A	2 B	2 C	2 D	2 E
8	2	6	7	3,3
5	5	7,5	8,5	5
8	5	8	5	6
7,5	4,5	7	7	7
4,5	4,5	6,3	7	6,5
7	5	6,6	7,2	6
5	5	6	3	4
3,5	4	2	0,6	-
3,5	5	7	7,5	-
8	4,5	7	-	-
Soma: 258,5 mm			Média: 5,17 mm	

Fonte: COSTA, C. H., (2007).

**Quadro I. 4:** Dados da medição das plântulas de alface após sete dias. Concentração 25%.

Ensaio de Avaliação da Germinação e Crescimento da <i>L. sativa</i> Lineu Primeiro Ensaio				
Amostra: Água lavoura orgânica - Entrada			Concentração: 25%	
Data da Coleta:			Data do Teste: 02/03/07	
pH:			Duração teste: 7 dias	
LEITURA - TAMANHO (mm) DA ALFACE AOS SETE DIAS				
4 A	4 B	4 C	4 D	4 E
3,5	4,5	4,5	6	5
5,5	3,5	5,5	5,5	7
4,5	1,5	5,5	8,5	7
2,5	5,5	6	6,0	5,5
5,4	4,5	6	7,0	5
1,0	3	6,5	6,0	7,5
5,0	1,5	7	5,5	6
5,0	5	4	-	5,5
5,5	1	5,5	-	4
1,0	-	-	-	-
Soma: 210,4 mm			Média: 4,21 mm	

Fonte: COSTA, C. H., (2007).



Quadro I. 5: Dados da medição das plântulas de alface após sete dias. Concentração 12,5%.

Ensaio de Avaliação da Germinação e Crescimento da <i>L. sativa</i> Lineu				
Primeiro Ensaio				
Amostra: Água lavoura orgânica - Entrada			Concentração: 12,5%	
Data da Coleta:			Data do Teste: 02/03/07	
pH:			Duração teste: 7 dias	
LEITURA - TAMANHO (mm) DA ALFACE AOS SETE DIAS				
8 A	8e B	8 C	8 D	8 E
4,0	6	6	5,5	6,5
6,3	4,5	5	6	6,9
1	4,5	5	7,5	6,5
7	4	4	5,5	5
6,3	5	5	5	3
7,5	3,5	5,5	7	5,5
3	5	5	5	3
0,5	4,6	2	7	-
0,5	5	1,5	8	-
-	4	-	7,5	-
Soma: 209,6 mm			Média: 4,20 mm	

Fonte: COSTA, C. H., (2007).

## ANEXO II - RESULTADOS DOS TESTES DE TOXICIDADE - MICROCRUSTÁCEO *Daphnia magna*

As tabelas apresentam o valor da medição das plântulas de alface após sete dias de exposição à amostra de água da entrada da lavoura orgânica nas concentrações 100, 50, 25 e 12,5%.

### Amostra 1- Água da Entrada da Lavoura de Arroz Irrigado Orgânico.

Teste de toxicidade dia: 18/04/2007

pH: 5,75

Tabela II.1 - Número de organismos imóveis da amostra 1.

Concentração (%)	Organismos imóveis			
	24 horas		48 horas	
	A	B	A	B
Controle	0	0	0	0
100	0	0	0	0
50	0	0	0	0
25	0	0	0	0
12,5	0	0	0	0

Fonte: COSTA, C. H., (2007).

**Amostra 2- Água do Meio da Lavoura de Arroz Irrigado Orgânico.**

Teste de toxicidade dia: 18/04/2007

pH: 5,62

**Tabela II.2 - Número de organismos imóveis da amostra 2.**

Concentração (%)	Organismos imóveis			
	24 horas		48 horas	
	A	B	A	B
Controle	0	0	0	0
100	0	0	0	1
50	0	0	0	0
25	0	0	0	0
12,5	0	0	0	0

Fonte: COSTA, C. H., (2007).

**Amostra 3 - Água da Lavoura de Arroz Irrigado Convencional.**

Teste de toxicidade dia: 18/04/2007

pH: 5,87

**Tabela II.3 - Número de organismos imóveis da amostra 3.**

Concentração (%)	Organismos imóveis			
	24 horas		48 horas	
	A	B	A	B
Controle	0	0	0	0
100	0	0	0	0
50	0	0	0	0
25	0	0	0	0
12,5	0	0	0	0

Fonte: COSTA, C. H., (2007).

**ANEXO III**

Dados do balanço hídrico da lavoura de arroz irrigado de ciclo médio e plantio em 17/10, para três locais da bacia do Rio Araranguá.

Dados do balanço hídrico	Local		
	Araranguá	Meleiro	Araranguá
Período de dados (anos)	1946- 1986	1942-1985	1946- 1986
Precipitação (mm)	465,5	555,5	538,9
Evapotranspiração (mm)	762,6	729,7	741,6
Escoamento (mm)	140,7	177,1	172,8
Drenagem (mm)	157,2	153,1	158,9
Precipitação efetiva (mm)	315,7	378,4	366,1
Irrigação média (mm)	809,6	715,3	740,8
Irrigação 90% (mm)	925,9	915,0	828,5
Irrigação 10% (mm)	643,2	544,0	603,3

Fonte: Back (1998) *apud* Rosso (2007).

**ANEXO IV**

Resultados da contabilidade agrícola de quatro safras de arroz orgânico de Neuza Acordi Fernandes - Ermo (SC).

CONTAGRI	NEUZA A. FERNANDES - ARROZ ORGÂNICO				
	SAFRAS				
	2003_04	2004_05	2005_06	2006_07	Média
	Por hectare de SAU				
RENDA BRUTA TOTAL	4.723,26	2.094,96	3.307,36	2.752,29	<b>3.219,47</b>
CUSTOS VARIÁVEIS	1.000,81	695,27	862,85	932,49	<b>872,86</b>
MARGEM BRUTA TOTAL	3.722,44	1.399,69	2.444,52	1.819,81	<b>2.346,62</b>
CUSTOS FIXOS	1.823,19	1.840,86	1.964,62	2.306,73	<b>1.983,85</b>
CUSTOS FIXOS CALCULADOS	1.823,19	1.840,86	1.964,62	2.306,73	<b>1.983,85</b>
DISPONÍVEL	3.722,44	1.399,69	2.444,52	1.819,81	<b>2.346,62</b>
PRODUTIVIDADE (kg / ha)	6.560	4.554	7.190	5.734	<b>6.010</b>
PREÇO DE VENDA / kg	0,72	0,46	0,46	0,48	<b>0,53</b>
REMUNERAÇÃO M.OBRA FAMILIAR/ MES/UTH	997,19	91,56	502,98	194,19	<b>446,48</b>

Fonte: Autor.

**ANEXO V. CONTABILIDADE AGRÍCOLA ARROZ IRRIGADO, SAFRA 2003-07.**  
(AGROECOSSISTEMA CONVENCIONAL)




**ANÁLISE ECONÔMICA ATIVIDADE: ARROZ IRRIGADO**  
**Gerência Regional de Criciúma**

Projeto: Administração Rural e Socioeconomia

**SAFRA 2003/04**

Itens/Propriedades	34001	34002	34004	36003	42030	258001	Média
<b>1. RECEITA</b>	4.958,10	4.340,00	4.584,31	5.357,80	4.945,51	3.918,54	4684,04
1.1. Produtividade (kg/ha)	7.870	7.000	7.311,5	8.600	7925,5	5.982,5	7.448,25
1.2. Preço (R\$/kg)	0,63	0,62	0,627	0,623	0,624	0,655	0,63
<b>2. CUSTO VARIÁVEL</b>	1.389,88	1.303,95	840,99	1.303,71	1.384,63	1.064,85	1214,67
2.1. Semente	137,74	134,78	163,94	176,40	136,17	117,69	144,45
2.2 Agrotóxico	201,15	28,18	153,26	240,26	260,51	103,58	164,49
2.3. Adubo	367,35	379,54	145,62	417,20	366,01	110,36	297,68
2.4. Máquina (1)	534,72	566,67	210,79	297,85	417,11	611,60	439,79
2.5. Secagem	148,92	194,78	167,38	172,00	204,83	121,62	168,26
<b>3. MARGEM BRUTA</b>	3.568,22	3.036,05	3.743,32	4.054,09	3.560,88	2.853,69	3469,38
4. Custo Fixo direto	811,24	789,79	426,58	313,73	249,17	0,00	431,75
4.1. M. obra contratada	7,95						7,95
4.2. Arrendamento	803,29	789,79	426,58	313,73	249,17		516,51
<b>5. SOBRA</b>	2.756,98	2.246,26	3.316,74	3.740,36	3.311,71	2.853,69	3037,62
6. Custo fixo indireto	868,76	711,53	927,94	1.022,09	1.062,54	1.414,00	1001,14
6.1 Máquina (2)	463,01	228,46	320,84	258,91	245,76	455,61	328,77
6.2 M. obra familiar	78,89	134,61	173,30	186,08	175,74	182,50	155,19
6.3 Juro da terra	261,85	280,85	351,27	552,94	583,33	694,23	454,08
6.4 Construções	3,99	7,05	28,77	12,00	16,42	38,13	17,73
6.5 Juro capital de giro	61,02	60,56	53,76	12,16	41,29	43,53	45,39
<b>7. LUCRO</b>	1.888,22	1.534,73	2.388,80	2.718,27	2.249,17	1.439,69	2036,48
Área	78,00	43,50	26,00	50,00	28,50	26,00	42,00
Kg N/ha	121,06	154,49	65,56	127,4	115,8	10,96	99,21
Kg P/ha	51,92	44,75	25,98	75,00	63,17	42,69	50,59
Kg K/ha	94,23	92,61	47,18	88,10	69,31	34,62	71,01
Área própria	30	10	18	43	22	26	24,83
Área arrendada	48	13	9	7	7		16,80
<b>ÁREA TOTAL</b>	78	23	27	50	29		41,40

Pellegrin, L. C. Gerência Regional da EPAGRI de Criciúma/SC, 2008.


	<b>CUSTO DE PRODUÇÃO - 2004/2005</b> Projeto: Administração Rural/Socioeconomia Gerência Regional de Criciúma		
	ARROZ IRRIGADO		Valores em Real
COMPONENTES	Cabeça (1)	Média (6)	Cola (1)
Preço de Venda / kg	0,392	0,397	0,404
Produtividade kg / ha	8.750	7.844	6.916
Renda Bruta / ha	3.428,25	3.114,44	2.794,06
Custo Variável / ha	1.234,85	1.346,02	1.541,12
- Adubos	396,61	487,46	657,76
- Agrotóxicos	145,96	204,26	266,26
- Semente	115,53	123,58	123,27
- Máquina (1)	406,22	405,43	424,67
- Secagem	170,53	125,29	69,16
Margem Bruta / ha	2.193,40	1.768,42	1.252,94
Custo Fixo / ha	1.562,84	1.680,63	1.642,45
a) sem desembolso			
- Máquina (2)	522,37	611,15	669,51
- Mão de obra Familiar	15,70	84,25	65,61
- Juro da terra	583,33	561,61	504,67
- Outros Custos	184,78	89,18	101,24
b) com desembolso			
- Arrendamento	256,66	334,44	301,42
Custo Total / ha	2.797,69	3.026,65	3.183,57
Lucro / ha	630,56	(87,79)	(389,51)
Área (ha)			
Kg Nitrogênio / ha	109,00	108,58	166,79
Kg Fosforo / ha	16,00	37,49	44,36
Kg Potássio / ha	28,00	63,34	88,66
Custo Variável / kg	0,141	0,172	0,223
Custo Fixo / kg	0,179	0,214	0,237
Custo Total / kg	0,320	0,386	0,460
Lucro (R\$ / kg)	0,072	(0,0112)	(0,0564)

Elaboração: Engº Agrº Luiz Carlos de Pellegrin, Gerência Regional da EPAGRI de Criciúma/SC, 2008.

Fazem parte do grupo: 4 produtores de Meleiro e 2 de Turvo

(1) compreende: combustível, lubrificante, oficina, água, eletricidade e colheita

(2) sem desembolso: depreciação das máquinas e equipamentos e juro calculado

		Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. Sistema de Contabilidade Agrícola - CONTAGRI V. 6.06 Ano agrícola: 07/2005 a 06/2006 - Sistema Arroz 2005 - Valores Nominais			
		Propriedades Nº	42035	34001	34007
<b>DIMENSAO DA EXPLORACAO</b>					
Superfície Agrícola Util (SAU)	35	73	38	48,67	
Area Total	40	75,5	38	51,17	
SAU/Area Total (%)	87,5	96,69	100	95,11	
<b>UTILIZACAO DA SAU: Arroz irrigado</b>					
CAPITAL/SAU: Total	13.303,00	11.876,00	15.041,00		
Terra	6.571,00	7.123,00	7.895,00		
Maq. e Equipamentos	6.011,00	3.555,00	5.425,00		
Giro	706,00	898,00	919,00		
Construções	14,00	300,00	803,00		
<b>RENDA BRUTA TOTAL/SAU</b>					
Renda Bruta	4.123,00	3.245,00	2.709,00		
Renda Bruta Total	4.123,00	3.245,00	2.709,00		
Renda Bruta Total dos Vegetais	3.763,00	3.114,00	2.709,00		
Arroz irrigado produzido	3.763,00	3.114,00	2.709,00		
Outras não útil.SAU	360,00	130,00	-		
CUST. FIXOS/SAU: Total	1893	1788	1662	1780	
Cust.	0	176	0	88	
<b>Abastecimento</b>					
Custos Terra	820	913	742	846	
Custos Maquinas	708	509	681	602	
Custos Gerais	237	54	55	98	
Custos Pessoal	126	110	105	113	
Custos Construções	1	25	78	33	
CUST. VARIÁVEIS/SAU: Total	1011	1199	1173	1147	
Maquinas	384	383	374	380	
Adubos	335	418	401	394	
Agrotóxicos	207	191	241	208	
<b>Sementes/Mudas</b>					
Pessoal	13	8	7	9	
<b>Insumos</b>					
Outros	6	17	3	10	
Gerais	1	122	23	67	
Marg. Bruta Arroz irrigado/ha	2753	1942	1536	2031	
<b>DIMENSAO PRINCIPAIS ATIVIDADES</b>					
Arroz irrigado (	35	72	38	48,33	
<b>RENDIMENTO PRINCIPAIS ATIVIDADES</b>					
Arroz irrigado (kg/ha)	9.350	7.700	7.500	8.050	
<b>PREÇO DE COMERCIALIZAÇÃO</b>					
Arroz irrigado produzido (R\$ / kg)	0,404	0,409	0,361	0,391	

Pellegrin, L. C., Gerência Regional da EPAGRI de Criciúma/SC, 2008.

	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. Projeto: Administração Rural/Socioeconomia Gerência Regional de Criciúma - <b>ARROZ IRRIGADO</b> <b>CUSTO DE PRODUÇÃO - 2006/2007 - Valores em R\$</b>	
	COMPONENTES	Cabeça (1)
Preço de Venda / kg	0,44	<b>0,435</b>
Produtividade kg / ha	8.600	<b>7.750</b>
Renda Bruta / ha	3.788,00	<b>3.297,00</b>
Custo Variável / ha	1.187,00	<b>1.263,00</b>
- Adubos	272,00	<b>317,00</b>
- Agrotóxicos	187,00	<b>194,00</b>
- Semente	89,00	<b>84,00</b>
- Máquina (1)	386,00	<b>529,00</b>
- Outros Custos	253,00	<b>139,00</b>
Margem Bruta / ha	2.601,00	<b>2.034,00</b>
Custo Fixo / ha	1.585,00	<b>1.619,00</b>
- Máquina (2)	616,00	<b>596,00</b>
- Mão de obra Familiar	137,00	<b>148,00</b>
- Terra (3)	789,00	<b>757,00</b>
- Outros Custos	41,00	<b>55,00</b>
- Construções	2,00	<b>63,00</b>
Custo Total / ha	2.772,00	<b>2.882,00</b>
Lucro / ha	1.016,00	<b>415,00</b>
Kg Nitrogênio / ha	89,86	<b>115,46</b>
Kg Fósforo / ha	44,86	<b>46,03</b>
Kg Potássio / ha	92,86	<b>91,92</b>
Custo por sacco		
Custo Variável / kg	0,138	<b>0,147</b>
Custo Fixo / kg	0,184	<b>0,188</b>
Custo Total / kg	0,322	<b>0,335</b>
Lucro (R\$ / Sc)	0,118	<b>0,100</b>

Elaboração: Engº Agrº Luiz Carlos de Pellegrin, Gerência Regional da EPAGRI de Criciúma/SC, 2008.

Fazem parte do grupo: 4 produtores de Meleiro e 1 de Turvo

- (1) Combustível, lubrificante, oficina, água, eletricidade e colheita
- (2) Depreciação e juro das máquinas e equipamentos
- (3) Juro da terra e arrendamento

## ANEXO VI

## RESULTADOS DAS ANÁLISES DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO DO ARROZ ORGÂNICO

Propriedade da Sr<sup>a</sup> Neusa Fernandes, Ermo - SC, safra 2006/2007.

RESULTADOS DAS ANÁLISES DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO ARROZ ORGÂNICO - ENTRADA												
Datas de Coleta - Entrada da Lavoura (ENTRADA)												
Parâmetros	19/11/2006	27/11/2006	4/12/2006	11/12/2006	18/12/2006	4/1/2007	10/1/2007	17/1/2007	24/1/2007	7/2/2007	22/2/2007	6/3/2007
Coli Totais (NMP/100mL)	24191,70	24192,00	24192,00	24192,00	24192,00	17328,70	19862,80	24192,00	24192,00	24192,00	24192,00	24192,00
Coli Fecais (NMP/100mL)	5475,00	6488,00	31,00	20,00	203,00	84,00	96,00	335,00	2382,00	1722,00	435,00	275,00
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	9,85	7,30	6,28	7,45	6,50	5,85	6,16	7,23	6,34	7,17	1,22	2,92
pH	6,54	6,54	6,44	6,08	6,62	6,95	6,44	6,58	6,26	6,23	5,70	6,12
DQO (mg/L)	26,67	27,97	64,15	42,32	32,36	19,36	17,06	18,91	20,58	37,60	240,00	99,07
Temperatura (°C)	20,20	21,10	28,50	25,20	28,20	27,90	28,40	23,70	25,90	19,80	20,50	22,70
Amônia (mg/L NH <sub>3</sub> )	2,02	3,03	2,12	0,42	0,48	0,37	0,36	0,69	0,87	0,45	1,10	0,58
Fósforo Total (mg/L) PO <sub>4</sub>	0,51	0,55	0,84	0,67	0,18	0,04	0,00	0,50	0,45	0,52	1,02	0,97
Turbidez (NTU)	43,86	52,79	128,80	139,30	22,25	7,66	3,72	19,47	16,45	13,10	40,92	18,40
Nitrato (mg/L N-NO <sub>3</sub> )	2,81	0,33	1,36	0,85	0,14	0,14	0,00	0,00	0,07	0,32	0,74	0,20
Nitrito (mg/L N-NO <sub>2</sub> )	0,0280	0,0780	0,0025	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0061	0,0000	0,0000
Alcalinidade (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	21,74	21,74	39,13	17,39	41,30	71,74	61,77	29,82	29,82	31,95	38,34	48,99
Dureza (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	29,24	24,08	25,80	18,92	28,16	49,30	49,30	27,20	27,20	25,50	27,20	32,30
Condutividade (µS/cm)	71,00	67,90	5,71	28,20	72,90	112,20	103,30	62,20	58,70	57,80	109,60	152,90
Orto-Fosfato (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ferro Total (mg/L Fe)	2,12	3,05	4,45	4,03	4,29	1,11	0,65	9,92	3,50	3,41	4,88	13,14
Oxigênio Dissolvido (%)	94,70	79,20	86,60	82,30	81,20	73,00	75,30	85,10	76,90	88,30	14,40	36,30



RESULTADOS DAS ANÁLISES DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO ARROZ ORGÂNICO - INTERMEDIÁRIA												
Datas de Coleta - Intermediária da Lavoura (MED)												
Parâmetros	19/11/2006	27/11/2006	4/12/2006	11/12/2006	18/12/2006	4/1/2007	10/1/2007	17/1/2007	24/1/2007	7/2/2007	22/2/2007	6/3/2007
Coli Totais (NMP/100mL)	17.328,70	24.192,00	24.192,00	24.192,00	24.192,00	24.192,00	0,00	24.192,00	24.191,70	24.192,00	24.192,00	24.192,00
Coli Fecais (NMP/100mL)	313,00	211,00	63,00	733,00	318,00	10,00	0,00	24.191,70	31,00	135,00	496,00	309,00
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	10,83	6,85	6,84	6,35	7,51	6,15	0,00	4,95	6,58	7,47	2,12	2,49
pH	6,93	6,24	6,39	6,41	6,51	6,01	0,00	6,24	5,97	6,25	5,70	6,05
DQO (mg/L)	39,61	41,95	52,00	21,52	73,82	35,20	0,00	31,25	15,87	16,40	93,60	72,96
Temperatura (°C)	20,10	21,10	29,50	25,50	26,40	26,90	0,00	24,20	26,20	19,00	20,80	21,90
Amônia (mg/L NH3)	1,90	1,67	2,18	0,49	0,66	0,32	0,00	1,04	0,91	0,34	0,91	0,58
Fósforo Total (mg/L PO <sub>4</sub> )	0,42	0,48	0,62	0,40	0,26	0,36	0,00	0,86	0,56	0,22	0,83	0,85
Turbidez (NTU)	40,56	51,98	65,42	19,08	10,23	47,98	0,00	18,40	3,96	5,02	26,57	16,17
Nitrato (mg/L N-NO <sub>3</sub> )	1,41	0,33	1,17	1,18	0,61	1,50	0,00	0,95	0,58	0,12	0,45	0,16
Nitrito (mg/L N-NO <sub>2</sub> )	0,0000	0,0048	0,0002	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0032	0,0000	0,0000
Alcalinidade (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	26,09	19,56	15,22	32,61	34,78	15,22	0,00	34,08	40,47	34,08	36,21	48,99
Dureza (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	30,96	18,92	24,08	24,08	33,44	13,60	0,00	40,80	42,50	25,50	32,30	32,30
Condutividade (µS/cm)	72,00	36,50	81,50	56,20	59,80	19,90	0,00	65,10	69,70	55,20	106,30	153,60
Orto-Fosfato (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,31	0,00	0,00	0,00
Ferro Total (mg/L Fe)	3,48	3,47	4,40	2,07	1,54	2,20	0,00	1,35	2,79	1,04	4,83	13,03
Oxigênio Dissolvido (%)	93,80	72,00	60,70	69,90	85,50	76,40	0,00	58,50	80,20	92,20	25,10	30,80

Obs.: Na coleta do dia 10/01/2007 não havia água nas canchas da arrozeira, porque foi descarregada para aplicar esterco.

RESULTADOS DAS ANÁLISES DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO ARROZ ORGÂNICO - SAÍDA												
Datas de Coleta - Saída da Lavoura (SAI)												
Parâmetros	19/11/2006	27/11/2006	4/12/2006	11/12/2006	18/12/2006	4/1/2007	10/1/2007	17/1/2007	24/1/2007	7/2/2007	22/2/2007	6/3/2007
Coli Totais (NMP/100mL)	12033,10	24192,00	24192,00	24192,00	24192,00	0,00	0,00	24192,00	24192,00	24192,00	24192,00	24192,00
Coli Fecais (NMP/100mL)	74,00	5794,00	749,00	10,00	4106,00	0,00	0,00	738,00	63,00	323,00	336,00	336,00
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	10,33	7,22	6,93	7,28	7,32	0,00	0,00	7,33	7,03	8,13	3,12	3,52
pH	6,75	6,39	6,45	6,46	6,25	0,00	0,00	6,27	6,01	6,15	5,68	5,94
DQO (mg/L)	35,29	33,12	29,75	31,74	69,82	0,00	0,00	29,19	16,72	46,00	107,20	78,34
Temperatura (°C)	20,30	20,30	28,50	25,10	28,80	0,00	0,00	23,50	26,11	18,90	20,30	22,00
Amônia (mg/L NH <sub>3</sub> )	1,13	1,37	2,07	0,58	1,05	0,00	0,00	1,06	0,85	0,45	0,97	0,68
Fósforo Total (mg/L PO <sub>4</sub> )	0,14	0,31	0,40	0,53	0,64	0,00	0,00	0,42	0,47	0,36	1,08	0,81
Turbidez (NTU)	21,94	34,28	14,21	22,52	55,87	0,00	0,00	13,69	4,42	5,32	22,03	19,04
Nitrato (mg/L N-NO <sub>3</sub> )	0,80	0,19	0,38	1,64	0,33	0,00	0,00	0,00	0,32	0,24	0,45	0,32
Nitrito (mg/L N-NO <sub>2</sub> )	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0037	0,0000	0,0000
Alcalinidade (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	32,61	30,43	23,91	30,43	23,91	0,00	0,00	34,08	40,47	31,95	27,69	48,99
Dureza (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	18,92	34,40	27,52	24,08	35,20	0,00	0,00	25,50	34,00	25,50	30,60	34,00
Condutividade (µS/cm)	81,00	53,20	59,00	52,90	35,20	0,00	0,00	65,40	70,30	56,60	113,20	155,00
Orto-Fosfato (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,13	0,32	0,00	0,00	0,00
Ferro Total (mg/L Fe)	2,31	0,46	2,16	2,68	5,50	0,00	0,00	1,45	2,89	2,83	6,48	12,48
Oxigênio Dissolvido (%)	92,50	75,50	84,10	82,00	88,90	0,00	0,00	87,30	86,80	99,00	37,20	46,00

Obs.: Nas coletas dos dias 04 e 10/01/2007 não havia lâmina d'água de saída (canchas vazias).

**ANEXO VII - ENTREVISTA APLICADA AO ESTUDO DE CASO.**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC**  
**Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental**  
**Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental**  
**Pesquisa em Agricultura Orgânica - Estudo de Caso**

**I - IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADO/ LOCALIZAÇÃO DA PROPRIEDADE**

1-Nome entrevistado NEUZA ACORDI FERNANDES	2-Endereço: COMUNIDADE DE SANTANA, MUNICÍPIO DE ERMO - SANTA CATARINA - BRASIL.	
4-Membro Associado Sindicato ( X ) COOPERSULCA ( X ) Outras ( )	5- Entrevistador: VICENTE SANDRINI PEREIRA	6- Data: 24/06/2008

**II - INDICADORES SÓCIO-CULTURAIS**

**1 - IDENTIFICAÇÃO DA FAMÍLIA**

NOME	Identificação (1)	Sexo (2)	Idade	Local de nascimento			Estado Civil (3)	Escolaridade									
				Cidade	Est.	País		sem escolarid.	1º Grau		2º Grau		3º Grau				
									Até 4ª	5ª a 8ª	I	C	I	C	I	C	
NEUZA	2	F	44	ERMO	SC	BR	V		X								
JOSIEL	3	M	23	ERMO	SC	BR	C					X					
JOELMA	4	F	20	ARARANGUÁ	SC	BR	C									X	
JOSIANE	3	F	18	ERMO	SC	BR	S									X	
JONES	3	M	17	ERMO	SC	BR	S					X					

**Códigos:**(1) 1-marido/pai; 2-esposa/mãe; 3- filho(a); 4-genro/nora; 5-neto(a); 7- outros;  
 (2) M - masculino; F- feminino  
 (3) SO- solteiro; C- casado; V- viúvo; AM-amigado; SE- separado

**2. CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA**

Moradia (1)	Água (2)	Esgoto (3)	Lixo Org. (4)	Lixo Comum (4)	Energia (5)	Equipamentos (6)	Veículos (7)	Informações gerais Principais fontes (8)
1	2	1	1	5	1	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 (INTERNET)	1, 3	1, 2, 3, 5 (Internet, Sindicato, Cooperativa)

(1) 1-boa; 2-razoável; 3-ruim  
 (2) 1-rede pública; 2-poço; 3-poço artesiano; 4-fonte; 5-outro  
 (3) 1- fossa séptica; 2-fossa seca; 3-fossa negra; 4-fossa aérea; 5- outro  
 (4) 1- recicla; 2-queima; 3-joga em terreno/rio; 4-enterra; 5-coleta pública; 6-outro(5) 1- elétrica; 2-bateria; 3-querosene; 4-vela; 5-outro  
 (6) 1-fogão a gás; 2-fogão a lenha; 3-geladeira; 4-freezer; 5-batedeira/liquidificador; 6-televisão; 7-rádio; 8-aparelho de som; 9-computador;10-telefone; 11-outros  
 (7) 1-carro de passeio; 2-veículo de transporte de mercadorias; 3-bicicleta; 4-carroça; 5- cavalo, 6-outros  
 (8) 1- rádio; 2-televisão; 3-jornal; 4-igreja ; 5-outros

### 3. ORGANIZAÇÃO SOCIAL

#### 3.1 Acesso a serviços formais (assinalar com "x")

SERVIÇO	Local			Qualidade do serviço		
	Comunidade	Sede do município	Outra cidade	boa	razoável	ruim
	X (1 a 4ª)	X	X	X		
MÉDICO		X	X	X		
DENTISTA			X	X		
TRANSPORTE	X	X		X		

#### 3.2. Participação comunitária

Há na localidade associações (sindicato, produtores, moradores, etc)? Qual e com que propósito?	O sr. ou alguém da família participa? Se sim: exerce alguma função? Qual? Se não, porquê?	A maioria de seus vizinhos participa? (1)
ASSOCIAÇÃO DE MORADORES	NEUZA E JOSIEL (COMISSÃO GERAL)	1
SINDICATO TRABALHADORES RURAIS	NEUZA (COORDENA MOVIMENTO DE MULHERES NA COMUNIDADE)	1
COOPERATIVA (APOIO À PRODUÇÃO/COMERCIALIZ.)	PARTICIPAM COMO SÓCIOS	1

(1) 1-sim; 2-não; 3-não sabe

(2) 1-parentes, 2-conhecidos; 3-desconhecidos

#### 3.3. Lazer

Qual é o dia de descanso da família?	Quando há dia de descanso, quais as 2 principais atividades destes dias?	Existem festas na região? Qual a família participa? (igreja, de produtos, etc)	A família tira férias anuais? Em qual período do ano? Saem todos ou alguém fica?	A família hospeda parentes, amigos em férias? De onde vem?
DOMINGO E SÁBADO À TARDE	PASSEAR/ VISITAR PARENTES	FESTA DA IGREJA	SEMPRE FICA ALGUÉM NA PROPRIEDADE. PESSOAS PASSEIAM 1 A 2 DIAS EM RODÍZIO.	Não

### 4. TRAJETÓRIA FAMILIAR NA AGRICULTURA

Tem antepassados que trabalhavam na agricultura *	Quem era agricultor (1)	Tem algum antepassado que veio de fora do país *	Quem era , de onde veio e quando veio	Em que município este antepassado se instalou	As terras atuais já pertenciam a família *	Estas terras foram divididas com outros parentes *	Estas terras ficarão para seus filhos *
Sim	1, 2, 3	Bisavós vieram da Itália (Acordi)	Bisavós de Neuza vieram da Itália, início anos 1900	Criciúma	Sim	Sim. Comparam dos outros herd.	Sim, parte já passada.

\* 1-sim; 2-não; 3- não sabe

(1) 1-bisavô; 2-avô; 3-pai; 4-outro

## 5. QUALIFICAÇÃO DA ATIVIDADE

### 5.1. Como o sr(a) se denomina:

- agricultor  pequeno agricultor  produtor rural  pequeno empresário  trabalhador rural  outro

### 5.2. O que é necessário para ser um agricultor

(assinale as três principais opções)

- a) ter nascido no campo / ter família numerosa para o trabalho  
 b) gostar de viver no campo  
 c) saber planejar e organizar a produção  
 d) conhecer e saber trabalhar a terra  
 e) saber comercializar a produção / ter mercado garantido para os produtos  
 f) saber reconhecer os sinais ( da natureza) do clima, da mudança de lua, para fazer o plantio, a colheita, a limpeza, etc /  
 g) ter tecnologia apropriada para o trabalho do campo  
 h) ter capital e acesso a crédito para investir na propriedade  
 i) receber assistência técnica para o trabalho  
 j) ter uma propriedade na área rural

### 6.3. O que a atividade agrícola deve garantir para o produtor

(assinale duas)

- a) o sustento da família  
 b) a permanência na propriedade  
 c) a aquisição de bens necessários para a produção  
 d) dar lucro  
 e) assegurar a permanência dos filhos na atividade  
 f) Outro \_\_\_\_\_

### 6.4. Se o sr. tivesse recursos hoje no que investiria (Resposta Múltipla = R.M. / assinalar 3 principais). Pergunta aberta, se preciso mostrar opções.

- a) na produção orgânica  
 b) na produção convencional  
 c) na aquisição de terras  
 d) na moradia (ampliação, melhoria, reformas)  
 e) na aquisição de bens domésticos  
 f) na aquisição de veículo de passeio  
 g) ajudaria os filhos  
 h) iria para a cidade tentar a vida  
 i) viajaria de férias  
 j) outro \_AMPLIAR AVICULTURA DE CORTE.

### 6.5. Se o sr. pudesse decidir o futuro dos seus filhos, o que desejaria para eles. Pergunta aberta, se preciso mostrar opções. Dirigir para proprietária.

- a) que permanecessem trabalhando no campo como agricultor  
 b) que permanecessem no campo realizando outra atividade  
 c) que eles tivessem emprego fixo, fosse no campo ou na cidade  
 d) que fossem embora para a cidade  
 e) que tivessem emprego fixo na cidade  
 f) outro \_QUE PERMANEÇAM NO CAMPO, MAS ESTUDEM ATÉ ONDE QUISEREM / PUDEREM, PARA TEREM MAIS OPÇÕES (CAMPO OU FORA).

### 6.6. Quando seus filhos falam do futuro o que eles desejam. Pergunta aberta, se preciso mostrar opções. Dirigir para os filhos.

- a) continuar no campo como agricultor (OBS. Aprimorar continuamente a produção agropecuária).  
 b) continuar morando no campo com um emprego fixo  
 c) ir embora para a cidade  
 d) morar na cidade com emprego fixo  
 e) outro (Estudar e permanecer no campo).

## III - INDICADORES TÉCNICO-AGRONÔMICOS

Cultura / Espécie	Área	Certificação	Semente	Preparo Solo	Adubação			Pragas e doenças	Plantas Daninhas	Manejo	Produção	Vendas
					TIPO	FONTE	QUANT. GERAL					
a= anual p= perene	Ha ou m <sup>2</sup>	1= conv. 2= cert. 3= org. ã cert.	1=própria 2=compra o= org. c= conv.	1=aração tm=máquina) 2 - gradagem / tm 3=enx. rotat. 4=covas 5=queima 0=outros	o= orgânica n=mineral natural q= química m= mista	c-compra p-própria	Kg/ha	MC = manejo Q= químicos M= mistos X= outros	H= herbic. C= rotação/alelo M= mecân. (ma= arranque manual; ca=capinal;ta=t. anim al;tm=mâq.) X= outros	V= var. resist. R= rotação C = consórcio, plant. companheiras ; AV= ad.verde ou cobertura morta I = irrigação; X=outros	Kg/ha	R\$
ARROZ IRRIG. ORGÂNICO	4,36	2	2	1, 2, 3	orgânica	p	9.100	MC	M, X (água)	I	5.734	10.464,00
ARROZ IRRIG. CONVENCION	5,3	1	2	1,2,3	Mista	c, p	400 + 3.000(o)	MC	H	I	5.000	9.000,00
MILHO CEDO	2,3	1	2	1, 2	mineral	c	350	Q	H	-	2.600	-
PASTAGENS	3,0	1	-	-	Org.	p	3.000	-	H, tm (roçar)	-	-	-
AVICULTURA	0,2	1	-	-	-	-	-	Q	-	-	6 lotes	28.200,00
QUEIJO	-	1	-	-	-	-	-	-	-	--	430 Kg	1.825,00
PÁTIO/OUTRO	1,34											
TOTAL (*)	16,50										-	49.489,00

(\*) ÁREA PRÓPRIA = 15,50 Ha; ARRENDADA = 1,0 Ha

## 3.1 Aspectos Gerais

1 - Assinale os três principais problemas relacionados com a prática agrônômica que dificultam o desenvolvimento do sistema orgânico:

(X) Falta de experiência com agric. orgânica ( ) Controle de pragas  
 ( ) Controle de doenças ( ) Manejo da cultura  
 ( ) Dificuldade de obter insumos orgânicos (X) Controle de ervas  
 ( ) Falta de máquinas e equipamentos ( ) Dificuldade em relação a programação de produção  
 (X) Falta de informação e conhecimento técnico ( ) Falta de mercado  
 ( ) Baixo lucro ( ) outros \_\_\_\_\_

2 - Assinale os aspectos técnicos mais importantes para serem resolvidos pela pesquisa e Assistência Técnica em agricultura orgânica ?

( ) Estudo de variedades adaptadas (X) Manejo da matéria orgânica e fertilidade do solo  
 ( ) Controle de pragas (X) Manejo da irrigação  
 ( ) Controle de Doenças (X) Preparo do solo  
 (X) Controle de ervas ( ) Adubos verdes  
 ( ) Desenvolvimento de máquinas e equipamentos ( ) outros \_\_\_\_\_

## IV - INDICADORES ECONÔMICOS

## 4.1 Descritores Gerais

Anos Agricult.	Anos nesta propried.	Anos c/ Agr. Org.	Anos certif.	O que fazia antes ? *	Usa Crédito Rural	Mão-de-obra (n. pessoas)**																
						Familiar						Contratada****										
						>14 anos			< 14 anos			> 14 anos			< 14 anos							
Sempre	24	4	4	Agric. convencional	s=sim (esporádica-mente)	1	f	ti														
						1	m	ti														
						1	f	ti														
						2	m	tp (50%)														

\* 1=agric.; 2=comércio ; 3=serviços

\*\* ti = tempo integral ; tp = tempo parcial ; m= masc. ; f= femin.

\*\*\*\*Colocar meses por ano

## 4.2 Bens Patrimoniais

Tipo/especificação (Infra-estrut.; Máquinas; equip.; imóveis; etc)	Quant.	R\$
Aviário (50 x 12 metros) + Equipamento	2	60.000,00
Casa alvenaria 115 m <sup>2</sup>	1	60.000,00
Casa madeira 42 m <sup>2</sup>	1	5.000,00
Galpão de máquinas 120 m <sup>2</sup>	1	7.000,00
Trator MF 275	1	33.000,00
Trator Ford 4610	1	25.000,00
Arado discos	2	2.000,00
Grade discos	2	1.500,00
Enxada rotativa	1	2.200,00
Carreta p/trator	2	6.000,00
Batedoura de cereais	1	2.500,00
Espalhador de esterco	1	3.000,00
Patrolão/concha/patrola/roda ferro auxil	5	8.000,00
<b>Valor Total (R\$)</b>		<b>215.200,00</b>

## 4.3 Despesas Gerais (Ano ou mês)

Discriminação	% do total	R\$
<b>Custo Fixo</b>	<b>1,93</b>	
Pgto. Aluguel/arrendamentos	1,29	500,00
INCRA	0,06	25,00
Sindicato/Associação	0,58	225,00
<b>Custo Variável</b>	<b>60,99</b>	
M. Obra Contratada	-	-
Gastos c/ insumos (sementes, adubos, agrotóxicos, trat. animais)	30,90	12.000,00
Aluguel de máquinas e equipamentos	5,41	2.100,00
Despesas c/ transporte	1,29	500,00
Água, Luz, Telefone	10,51	4.080,00
Outros (lenha, gás p/aves)	12,88	5.000,00
<b>Gastos com família</b>	<b>37,08</b>	
(Saúde, educação, transporte, alimentação, vestuário, lazer, outros)	37,08	14.400,00
<b>Valor Total (R\$)</b>	<b>100,00</b>	<b>38.830,00</b>

## 4.4 Receita Bruta (Ano ou mês)

Discriminação	% do total	R\$	Comercialização
Produção agrícola total	38,78	21.289,00	Cooperativa
Venda de animais (aves de corte)	51,38	28.200,00	Frigorífico (integração)
Aluguel de terras/imóveis/máquinas		-	-
Venda de mão-de-obra		-	-
Aposentadoria (pensão)	9,84	5.400,00	-
Comércio		-	-
Outros (poupança/ renda terceiros)		-	-
<b>Valor Total (R\$)</b>		<b>54.889,00</b>	

## V - INDICADORES ECOLÓGICOS

PRÁTICAS	% da área			
	Total*		Lavoura+pasto**	
1) Área de preservação permanente e mata nativa *	2,4		2,7	
2) Práticas de manejo e conservação de solo e água ** CM = Cultivo mínimo; CV=Cordão vegetado; TE=terraceamento; PD=P. Direto; AV= Adubação verde e Cobert. Morta; PA= Proteção fonte água; QV= quebra vento; RC= rotação culturas; CO= consorciação	-		-	
Reciclagem de resíduos orgânicos ** CP=compostagem; CI=uso de cinzas; CH=chorume; ET= esterco ; LX=Lixo urbano;	(ET) 76,7		(ET) 84,6	
Uso de agrotóxicos ** I=inseticida ; fu=fungicida; hb=herbicidas; x=outros	(I, H) 64,2		(I, H) 70,9	
5) Uso de fertilizantes sintéticos **	46,1		50,8	
6) Controle natural de pragas, doenças e plantas invasoras **	26,4		29,1	
7) Integração de atividades (agricultura X pecuária X floresta X outras)	inexistente	pouca	Boa X	ótima
8) Diversificação do sistema (número de agroecossistemas diferentes /plantas e animais)	inexistente	pouca	Boa X	ótima
9) Nível de degradação da propriedade (se tem erosão, desmatamento, etc)	inexistente	pouco	Médio X (***)	alto

(\*\*\*) A propriedade já estava desmatada quando compraram.



### 5.1. Produção X Ambiente

1- Qual a questão ambiental que mais preocupa a família? (assinalar as 3 principais)			
( X ) Qualidade da água (contaminação)	( ) Desmatamento	( X ) outra (poluição do ar)	
( ) Erosão do solo	( ) perda da biodiversidade (fauna/flora)		
( X ) Resíduos de agrotóxicos	( ) baixa produtividade das culturas e animais		
2- Há interesse de retornar para a produção orgânica ?	Sim	Não	Tem dúvida X
3- Você acha que a agricultura orgânica é sustentável ?	Sim X	Não	Não Sei
4- A produção orgânica consegue maiores preços:	Sim X	Não	Não Sei
5- Nos próximos 5 anos a sua produção orgânica irá: ( ) aumentar ( ) diminuir ( X ) ficar igual ( ) não sabe			
6 - Quando você decidiu produzir organicamente, quais as razões que influenciaram sua decisão? (cite os 3 aspectos principais)			
( X ) saúde pessoal e da família	( X ) Razões econômicas (ter + lucro)	( ) A conjuntura política atual	
( ) saúde do consumidor	( X ) Conservação dos recursos naturais (razões ambientais)	( ) outras_____	
( ) convicção ideológica (razões pessoais)	( ) melhorar produtividade (razões técnicas)		
7- Assinale, os 3 problemas mais críticos da produção orgânica ?			
( ) Falta de crédito agrícola específico	( X ) Falta de experiência com agricultura orgânica	( ) Falta de mão de obra especializada	
( X ) Falta de resultados de pesquisa	( ) Comercialização da produção	( ) outros_____	
( ) Dificuldade p/obtenção de insumos	( X ) Obtenção de informações e assistência técnica		
OBs.: Acha que falta também troca de experiências entre agricultores.			
8- Você acha que a agricultura orgânica tem grande potencial de expansão ?	Sim X	Não	Não sabe
9- Assinale 3 fatores que fazem da agricultura orgânica um sistema com grande potencial de expansão:			
( ) Harmonia com a questão ambiental	( X ) Diminuição dos custos de produção e melhores preços		
( X ) Melhoria da qualidade de vida (saúde dos agricultores e consumidores)	( ) Nicho de mercado específico		
( X ) Redução do uso de agrotóxicos, adubos solúveis e energia	( ) Fortalece a proposta da agricultura familiar		
( ) Manejo correto de pragas, doenças e conservação dos recursos naturais	( ) Certificação dos alimentos		
( ) Outros_____			

## VI - INDICADORES POLÍTICO-INSTITUCIONAIS

1- Existem políticas públicas para financiamento da produção orgânica ?	Sim	Não	Não sabe X
2- O senhor(a) acha que os técnicos e pesquisadores têm interesse pelos métodos orgânicos ?	Sim X	Não	Não sabe
3- O senhor(a) tem tido contato com instituições que orientam em agricultura orgânica ?	Sim X	Não	Não sabe
4- Qual(is) instituições? COOPERATIVA (COOPERSULCA), EPAGRI, UFSC			
5-Indique pelos menos 3 formas mais importantes de obter informações e tecnologias em geral? 3, 7. 1.Rádio 2. Jornal 3. Televisão 4. EPAGRI 5. outros produtores e vizinhos 6. Associação produtores 7- Cooperativa 8- Prefeitura 9. Mercado 10. outros			Resposta: 2,
6- Qual seria a melhor maneira para divulgar o sistema de agricultura orgânica entre os produtores ? (indique três) 5, 7. 1.Rádio 2. Jornal 3. Televisão 4. EPAGRI 5. outros produtores e vizinhos 6. Associação produtores 7- Cooperativa 8- Prefeitura 9. Mercado 10. outros			Resposta: 4,
7- Qual seria a melhor maneira para divulgar o sistema de agricultura orgânica entre os consumidores ? (indique duas) 6. 1.Rádio 2. Jornal 3. Televisão 4. Material publicitário 5. Feiras 6. Mercados 7. Órgãos do governo 8.outros			Resposta: 3, 4,
8- O senhor acha que o consumidor sabe o que é um produto orgânico ?	Sim	Não X	Não sabe
9- O apoio institucional é extremamente necessário para desenvolvimento da agric. orgânica ?	Sim X	Não	Não sabe
10- Para divulgar o sistema de Agricultura Orgânica, o trabalho deveria começar observando: (assinalar os 3 principais) ( ) aspectos técnicos da produção(variedades, controle ervas,etc) ( X ) aspectos ambientais (conservação recursos solo, água, ar) ( X ) aspectos econômicos (comerc.,preços,custos,etc) ( ) aspectos institucionais (crédito, políticas, etc) ( X ) aspectos sociais e culturais (conscientização consumidor, produtor, sociedade geral) ( ) Outros _____ ( ) Não sabe			

## VII - Observações gerais (Informações adicionais do entrevistado)

Fez as seguintes ponderações:

- 1) Precisa mais pesquisas direcionadas a adubação orgânica/verde;
- 2) A família se sente bem como agricultora;
- 3) Consideram a vida no campo normal, gostam das atividades e economicamente estão satisfeitos;
- 4) Solicitam políticas públicas agrícolas bem definidas e com forte apoio de pesquisa e extensão; que as informações cheguem mais rápido no campo para os agricultores.

Entrevista adaptada de Darolt (2000); Matos Filho (2004); Corrêa (2007); Verona (2008)

