

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM AGROECOSSISTEMAS**

**ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA PRODUÇÃO INTEGRADA DE
ARROZ ORGÂNICO**

Rainer Prochnow

**FLORIANÓPOLIS
2002**

RAINER PROCHNOW*

**ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA PRODUÇÃO INTEGRADA DE
ARROZ ORGÂNICO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre[♦] em Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro De Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Antônio A. A. Pereira

Co-Orientador: Prof. Paul R. M. Miller

**FLORIANÓPOLIS
2002**

* Engenheiro Agrônomo

♦ Mestrado subsidiado com bolsa da Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

TERMO DE APROVAÇÃO

RAINER PROCHNOW

**ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA PRODUÇÃO INTEGRADA DE
ARROZ ORGÂNICO**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (Mestrado), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Jucinei José Comin
CCA – UFSC

Prof. Dr. Abdon Luiz Schmitt
CCA – UFSC

Prof. Dr. Paul R. M. Miller
CCA – UFSC

MSc. Ernildo Rowe
EPAGRI

Aprovada em : 30/07/2002

Prof. Dr. Antônio A. A. Pereira
CCA – UFSC
Orientador

Prof. Dr. Paul R. M. Miller
CCA – UFSC
Co-Orientador

Prof. Dr. José Antonio Ribas Ribeiro
CCA – UFSC
Coordenador do PPGAGR

Dedico e agradeço o presente trabalho ao Deus trino e verdadeiro, Senhor sobre todas as coisas, quer visíveis como invisíveis, a Jesus Cristo, Salvador de toda criação, e ao Espírito Santo. A Ele, toda Honra e toda Glória pelos séculos dos séculos.

“Quem ama o dinheiro nunca ficará satisfeito; quem tem a ambição de ficar rico nunca terá tudo o que quer. Isso também é ilusão.” (Eclesiastes 5.10*)

“...o amor ao dinheiro é fonte de todos os tipos de males. E alguns, por quererem tanto o dinheiro, se desviaram da fé e encheram a sua vida de sofrimentos.”
(1. Timóteo 6.10*)

“A sabedoria é melhor do que o dinheiro. A vantagem da sabedoria é que ela conserva a vida da gente.”
(Eclesiastes 7.12*)

“O jejum que me agrada é que vocês repartam a sua comida com os famintos, que recebam em casa os pobres que estão desabrigados,...” (Isaías 58.7*)

“...Jesus pegou os pães, deu graças a Deus e os distribuiu a todos; e fez o mesmo com os peixes. E todos comeram à vontade”. (João 6.11-12*)

*A Bíblia Sagrada: tradução na linguagem de hoje. São Paulo: Sociedade Bíblica do Brasil, 1988.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE QUADROS	x
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE SIGLAS	xii
LISTA DE SÍMBOLOS	xiii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
1 INTRODUÇÃO	01
2 BREVE HISTÓRIA DO ARROZ	08
2.1 AS ORIGENS DO ARROZ	08
2.1.1 A Cultura no Mundo.....	08
2.1.2 Origens e História do Arroz	12
2.2 VARIEDADES DE ARROZ	20
2.2.1 Variedades de Arroz Mundialmente Conhecidas	21
2.2.2 Variedades de Arroz no Brasil	24
2.2.3 Variedades de Arroz em Santa Catarina	26
2.3 A ORIGEM DAS VARIEDADES DE ALTA RESPOSTA	30
3 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA PRODUÇÃO INTEGRADA DE ARROZ ORGÂNICO	33
3.1 SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS DA ORIZICULTURA	33
3.1.1 Principais Características da Região do Alto Vale do Itajaí	33
3.1.2 Produção Convencional de Arroz	35
3.1.3 Estatísticas da Produção de Arroz em Vários Níveis de Abrangência	43
3.1.4 Perspectivas Para a Produção Orizícola	45
3.2 PRODUÇÃO ORGÂNICA DE ARROZ IRRIGADO	51
3.2.1 Diversos Conceitos Sobre Agricultura Orgânica	51
3.2.2 A Produção e o Mercado de Produtos Orgânicos	54
3.2.3 Produção Integrada Para o Modelo Orgânico de Arroz Irrigado	59
3.3 RIZIPISCICULTURA	64
3.3.1 Conceitos, Origem e Objetivos	65
3.3.2 Aspectos Práticos Para a Implantação e Operação da Rizipiscicultura	68
3.3.2.1 Observações gerais	68
3.3.2.2 Adaptação das quadras de arroz para o cultivo com peixes	70
3.3.2.3 Manejo da água	71
3.3.2.4 Manejo dos peixes	72
3.3.3 Fatores Ecológicos Envolvidos na Rizipiscicultura	74
3.3.3.1 O mutualismo de arroz e peixes	74
3.3.3.2 Benefícios ecológicos da rizipiscicultura verificados na China	76
3.3.3.3 Produção de alevinos II em arrozeiras	78
3.3.4 Resultados do Cultivo Conjunto de Arroz e Peixes	79
3.3.5 Aumentando a Integração na Rizipiscicultura	81
3.4 CRIAÇÃO DE MARRECOS DE PEQUIM EM ARROZEIRAS IRRIGADAS.....	84
3.4.1 Informações Gerais Sobre os Marrecos de Pequim	84
3.4.2 A Integração de Marrecos de Pequim com a Orizicultura.....	86

3.4.2.1 A criação concomitante de marreco de Pequim com arroz	88
3.4.2.2 A criação de marreco de Pequim na entressafra do arroz	90
3.5 SISTEMA AGROSSILVICULTURAL COM ARROZ	92
3.6 AZOLLA, A SAMAMBAIA FIXADORA DE NITROGÊNIO	97
3.6.1 Identificação e Dispersão de <i>Azolla</i> spp.	98
3.6.2 A Simbiose <i>Azolla</i> x <i>Anabaena azollae</i>	100
3.6.3 Principais Características da Morfologia e Fisiologia de <i>Azolla</i>	102
3.6.4 Influência dos Fatores do Meio Que Afetam <i>Azolla-Anabaena</i>	104
3.6.4.1 Água	104
3.6.4.2 Nutrição	105
3.6.4.3 Temperatura e radiação	106
3.6.4.4 Fatores bióticos	107
3.6.5 Uso de <i>Azolla</i> na Produção de Arroz Irrigado	108
3.6.5.1 Manutenção de inóculo de <i>Azolla</i>	108
3.6.5.2 Sistemas de cultivo da <i>Azolla</i>	109
3.6.5.3 Potencial e efeitos da <i>Azolla</i> como um adubo verde para arroz irrigado .	111
3.6.6 Outros Usos da <i>Azolla</i>	114
3.6.7 O Exemplo dos Agricultores no Uso Integrado da <i>Azolla</i>	117
3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	119
4 ADAPTAÇÃO DE AZOLLA EM ARROZEIRAS IRRIGADAS	125
4.1 INTRODUÇÃO	125
4.2 IDENTIFICAÇÃO DE AZOLLA NATIVA NO ALTO VALE DO ITAJAÍ/SC	126
4.2.1 Investigação de <i>Azolla</i> Espontânea	127
4.2.2 Verificação da Presença de <i>Anabaena azollae</i> em <i>Azolla</i> Espontânea	130
4.3 CRESCIMENTO DE <i>Azolla</i> SOB ABRIGO COM COBERTURA PLÁSTICA EM SEIS CONCENTRAÇÕES DIFERENTES DE FÓSFORO EM SOLUÇÕES NUTRITIVAS	131
4.3.1 Metodologia	131
4.3.2 Resultado do Crescimento de <i>Azolla</i> Sob Cobertura Plástica	134
4.4 ADAPTAÇÃO DE <i>Azolla filiculoides</i> Lam. A CAMPO	137
4.4.1 Material e Métodos Para o Teste de <i>A. filiculoides</i> a Campo	137
4.4.2 Resultados e Discussão do Teste a Campo com <i>Azolla</i> Nativa	144
4.5 CONCLUSÕES SOBRE <i>Azolla filiculoides</i> Lam. NATIVA	153
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	157
REFERÊNCIAS	161
ANEXOS	172
ANEXO 1 - PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO E PROCESSAMENTO ORGÂNICOS DA INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS (IFOAM) – 1998	173
ANEXO 2 - DADOS TABULADOS DO EXPERIMENTO CONTROLADO SOB COBERTURA PLÁSTICA – 2001	174

LISTA DE FIGURAS

DESENHO 1	- TIPOS BÁSICOS DE RIZIPISCICULTURA - 1998	67
DESENHO 2	- DISPOSIÇÃO ESPACIAL DAS BANDEJAS DO EXPERIMENTO SOB ABRIGO - 2001	132
FOTOGRAFIA 1	- PLANTAS E SEMENTES DE <i>Zizania aquatica</i> L. - 2002	10
FOTOGRAFIA 2	- LAVOURAS CONVENCIONAIS DE ARROZ IRRIGADO EM VÁRZEA DE RIO NO MUNICÍPIO DE AGRÔNOMICA, REGIÃO DO ALTO VALE DO ITAJAÍ/SC – 22 FEV 2002	37
FOTOGRAFIA 3	- IRRIGAÇÃO DE LAVOURA DE ARROZ COM RODA D'ÁGUA ARTESANAL NA CHINA – 2000.....	60
FOTOGRAFIA 4	- AGRICULTURA TRADICIONAL BIODIVERSA EM PATAMARES – 2000	61
FOTOGRAFIA 5	- VÁRIOS ESTÁGIOS DE AMADURECIMENTO DO ARROZ, FILIPINAS – 2000	61
FOTOGRAFIA 6	- LAVOURA DE RIZIPISCICULTURA COM REFÚGIO, AGROLÂNDIA/SC – 22 MAR 2002	69
FOTOGRAFIA 7	- FILHOTES E ADULTOS DE MARRECOS DE PEQUIM (<i>Anas platyrhynchos</i>) – 2002	85
FOTOGRAFIA 8	- MARRECOS DE PEQUIM JOVENS NA BUSCA POR ALIMENTO EM LAVOURA DE ARROZ IRRIGADO NO MUNICÍPIO DE TAIÓ/SC - 2000	89
FOTOGRAFIA 9	- ABRIGO PARA MARRECOS DE PEQUIM JOVENS PRÓXIMO À LAVOURA DE ARROZ NO MUNICÍPIO DE AGROLÂNDIA/SC – 20 DEZ 2001	90
FOTOGRAFIA 10	- MARRECOS DE PEQUIM EM QUADRA DE ARROZ IRRIGADO NO PERÍODO DE ENTRESSAFRA – 2000	91
FOTOGRAFIA 11	- QUADRAS DE ARROZ IRRIGADO COM ÁRVORES NA DIVISA DE PROPRIEDADE NO MUNICÍPIO DE AGROLÂNDIA/SC – 20 DEZ 2001	96
FOTOGRAFIA 12	- CORDÃO VEGETAL DE BANANEIRAS ADJACENTE À ARROZEIRA IRRIGADA NO MUNICÍPIO DE ERMO/SC – MAR 2001	96
FOTOGRAFIA 13	- <i>Azolla filiculoides</i> Lam. EM TANQUE DRENADO DE PISCICULTURA NO MUNICÍPIO DE AGROLÂNDIA/SC – 23 OUT 2001	98

FOTOGRAFIA 14	- CÉLULAS VEGETATIVAS E HETEROCISTOS DE <i>Anabaena azollae</i> – 2001	100
FOTOGRAFIA 15	- VIVEIRO DE PRODUÇÃO DE INÓCULO DE <i>Azolla</i> NO NORTE DO VIETNÃ – JAN 1979	119
FOTOGRAFIA 16	- AZOLA (<i>Azolla filiculoides</i> Lam.) E LENTILHA-DA-ÁGUA (<i>Lemna minor</i> L.) VEGETANDO ESPONTANEAMENTE EM TANQUE VAZIO DE PISCICULTURA, AGROLÂNDIA/SC – 23 OUT 2001	128
FOTOGRAFIA 17	- <i>Azolla</i> sp. ESPONTÂNEA EM ARROZEIRA IRRIGADA NO MUNICÍPIO DE TAÍO/SC – 27 NOV 2000	129
FOTOGRAFIA 18	- <i>Azolla</i> sp. VEGETANDO ESPONTANEAMENTE, JUNTAMENTE COM <i>Pistia</i> sp. EM RESERVATÓRIO D'ÁGUA, BLUMENAU/SC – 06 NOV 2001	130
FOTOGRAFIA 19	- FILAMENTO DE <i>Anabaena azollae</i> Strasb. EM <i>Azolla filiculoides</i> Lam. ESPONTÂNEA EM AGROLÂNDIA/SC – 24 ABR 2002	131
FOTOGRAFIA 20	- VIVEIRO DE MULTIPLICAÇÃO DE <i>Azolla</i> EM AGROLÂNDIA/SC – 24 OUT 2001	139
FOTOGRAFIA 21	- <i>Azolla filiculoides</i> Lam. COBRINDO COMPLETAMENTE A SUPERFÍCIE D'ÁGUA EM TANQUE DE PISCICULTURA NO MUNICÍPIO DE AGROLÂNDIA/SC – 27 NOV 2001	152
GRÁFICO 1	- ENERGIAS DE ENTRADA E SAÍDA PARA SISTEMAS DE CULTIVO DE ARROZ PRÉ-INDUSTRIAL, SEMI-INDUSTRIAL E TOTAL-INDUSTRIAL – 1938/1979	42
GRÁFICO 2	- PREÇOS DE ARROZ IRRIGADO EM CASCA (sc 50kg) EM R\$ E US\$ NA PRAÇA SUL CATARINENSE – ABR 1995 – NOV 2001	49
GRÁFICO 3	- DENSIDADE DA FITOMASSA DESIDRATADA DE <i>Azolla filiculoides</i> Lam. PARA CADA NÍVEL DE FÓSFORO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA NO VIGÉSIMO DIA DO EXPERIMENTO SOB ABRIGO - 2001	135
GRÁFICO 4	- CURVAS DO CRESCIMENTO DA COBERTURA DE <i>Azolla filiculoides</i> Lam. PELO TEMPO EM SEIS NÍVEIS DE FÓSFORO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA - 2001	136
GRÁFICO 5	- COMPORTAMENTO DOS NUTRIENTES NA FITOMASSA DE <i>Azolla filiculoides</i> Lam. CULTIVADA EM VIVEIRO NO TESTE A CAMPO EM AGROLÂNDIA/SC - 2001	148

GRÁFICO 6	- CURVAS REPRESENTATIVAS DA RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA (RFA) E TEMPERATURA DA ÁGUA EM TESTE DE CAMPO COM <i>Azolla filiculoides</i> Lam. EM AMBIENTES DE VIVEIRO E QUADRAS ARROZEIRAS NO MUNICÍPIO DE AGROLÂNDIA/SC – 03/09/2001 ATÉ 22/10/2001	152
GRÁFICO 7	- RELAÇÃO CARBONO/NITROGÊNIO (C/N) DE <i>Azolla filiculoides</i> Lam. NO VIGÉSIMO DIA SOB AMBIENTE CONTROLADO E PELO TEMPO NO TESTE A CAMPO EM AGROLÂNDIA/SC - 2001	154
GRÁFICO 8	- DENSIDADE DE NITROGÊNIO EM BASE DE <i>Azolla filiculoides</i> Lam. SECA (DNAS) NO VIGÉSIMO DIA SOB AMBIENTE CONTROLADO E NO VIGÉSIMO QUARTO DIA EM TESTE A CAMPO EM AGROLÂNDIA/SC - 2001	155
GRÁFICO 9	- RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA (RFA) RECEBIDA PELA <i>Azolla filiculoides</i> Lam. SOB AMBIENTE CONTROLADO E NO PRIMEIRO PERÍODO DE CRESCIMENTO DO TESTE A CAMPO EM AGROLÂNDIA/SC - 2001	156
MAPA	- ESTADO DE SANTA CATARINA - 2000	138

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - VARIEDADES DE ARROZ IRRIGADO RECOMENDADAS E LANÇADAS PELA EPAGRI NO ESTADO DE SANTA CATARINA – 1977-1996	28
QUADRO 2 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO AVALIADAS (RECOMENDADAS) PARA CULTIVO EM SANTA CATARINA – SUB-REGIÃO ALTO VALE DO ITAJAÍ, SAFRA 2001/2002	30
QUADRO 3 - CENÁRIO PARA O SISTEMA AGROINDUSTRIAL BRASILEIRO DO ARROZ – 1998	47
QUADRO 4 - ALGUMAS ESTRATÉGIAS DE AGREGAÇÃO DE RENDA PARA A AGRICULTURA FAMILIAR NA VISÃO MULTIFUNCIONAL DA AGRICULTURA – 2001	50
QUADRO 5 - ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DO SUL DO BRASIL, HIGRÓFITAS, MENORES OU IGUAIS A DEZ METROS DE ALTURA	95
QUADRO 6 - TAXONOMIA E GAMA CONTINENTAL DAS ESPÉCIES DE <i>Azolla</i>	99
QUADRO 7 - EXEMPLOS DE QUANTIDADES DE INÓCULO DE <i>Azolla</i> EM SITUAÇÕES ESPECÍFICAS	110
QUADRO 8 - MÚLTIPLOS EFEITOS DO CULTIVO DE <i>Azolla</i> -PATO-ARROZ COMPARADOS COM O SISTEMA CONVENCIONAL DE PRODUÇÃO DE ARROZ	118
QUADRO 9 - QUADRAS USADAS PARA O TESTE COM <i>Azolla</i> – 2001	140
QUADRO 10- METODOLOGIAS USADAS NAS ANÁLISES QUÍMICAS DA CIDASC PARA OS MATERIAIS DO TESTE A CAMPO COM <i>Azolla filiculoides</i> Lam. – 2001	141

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- SISTEMAS DE CULTIVO DE ARROZ PRÉ-INDUSTRIAL, SEMI-INDUSTRIAL E TOTAL-INDUSTRIAL EM RELAÇÃO ÀS ENERGIAS DE ENTRADA E SAÍDA – 1938/1979	41
TABELA 2	- PRODUÇÃO, ÁREA COLHIDA E PRODUTIVIDADE DE ARROZ EM CASCA EM VÁRIOS NÍVEIS DE ABRANGÊNCIA – 1991, 1995 E 2000	44
TABELA 3	- SUBSÍDIO AOS PRODUTORES NORTE-AMERICANOS NAS CULTURAS DE ARROZ, SOJA, TRIGO E MILHO PELOS PRÓXIMOS SEIS ANOS – 2002	46
TABELA 4	- COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE QUATRO TIPOS DE FEZES DE PEIXE	76
TABELA 5	- ANÁLISE RECEITA/CUSTO DOS SISTEMAS DE CULTIVO DE ARROZ: RIZIPISCICULTURA, CONVENCIONAL E PRÉ-GERMINADO PARA O ANO DE 1999	80
TABELA 6	- COMPOSIÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS PRESENTES EM <i>Azolla</i> spp.	103
TABELA 7	- SUBSTITUIÇÃO DO NITROGÊNIO MINERAL PELO NITROGÊNIO ORGÂNICO DA <i>Azolla</i> EM VÁRZEAS INUNDÁVEIS	114
TABELA 8	- ÍNDICES NUTRICIONAIS DE ALGUNS VEGETAIS COMO ALIMENTO PARA PEIXES	117
TABELA 9	- CARACTERÍSTICAS DE CULTURAS DE ADUBOS VERDE	122
TABELA 10	- NUTRIENTES EXPORTADOS ATRAVÉS DOS GRÃOS DE ARROZ EM CADA TONELADA COLHIDA	123
TABELA 11	- CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES EM SEIS SOLUÇÕES NUTRITIVAS USADAS EM EXPERIMENTO CONTROLADO DE <i>Azolla filiculoides</i> Lam. – 2001	132
TABELA 12	- DADOS DE CAMPO E DE ANÁLISES LABORATORIAIS DE <i>Azolla filiculoides</i> Lam. EM TESTE NOS AMBIENTES DAS SUBÁREAS DAS QUADRAS DE ARROZ E VIVEIRO NO MUNICÍPIO DE AGROLÂNDIA/SC – 2001	146
TABELA 13	- DADOS DE ANÁLISES DE SOLO DAS SUBÁREAS DAS QUADRAS ORIZÍCOLAS E DO VIVEIRO NO TESTE A CAMPO COM <i>Azolla filiculoides</i> Lam. – 2001	149
TABELA 14	- DADOS DE ANÁLISES DE ÁGUA DA SUBÁREA DAS QUADRAS E DO VIVEIRO NO TESTE A CAMPO COM <i>Azolla filiculoides</i> Lam. – 2001	150

LISTA DE SIGLAS

ALCA	- Área de Livre Comércio das Américas
CEE	- Comunidade Econômica Européia
CIAT	- Centro Internacional de Agricultura Tropical
CODEVASF	- Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco
DNPEA	- Departamento Nacional de Pesquisa e Experimentação Agropecuária
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMPASC	- Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária
EPAGRI	- Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A.
EUA	- Estados Unidos da América
FAO	- Organização das Nações Unidas Para a Agricultura e a Alimentação
FEARROZ	- Federação das Cooperativas de Arroz do Rio Grande do Sul
IAC	- Instituto Agrônômico de Campinas
ICEPA/SC	- Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina
IFOAM	- International Federation of Organic Agriculture Movements
INGER	- International Network for the Genetic Evaluation of Rice
IRGA	- Instituto Rio Grandense do Arroz
IRRI	- International Rice Research Institute
SAG	- Sistema Agroindustrial
SC	- Santa Catarina
SEVAGRI	- Selo Verde Agro-Industrial Ltda.
USDA	- U.S. Department of Agriculture
SINDARROZ-SC	- Sindicato das Indústrias de Arroz no Estado de Santa Catarina
VBP	- Valor Bruto da Produção
VIRAL-T	- Viveiro Internacional de Rendimentos de Arroz para América Latina – variedades precoces-IRRI/CIAT

LISTA DE SÍMBOLOS

- C - Carbono
K - Potássio
N - Nitrogênio
N₂ - Dinitrogênio ou Nitrogênio atmosférico
NaCl - Cloreto de Sódio ou “sal de cozinha”
NH₃ - Amônia
NH₄⁺ - Amônio
NO₃⁻ - Nitrato
P - Fósforo
μE - micro Einstein ou micro E (equivalente a μmol de quantum)

RESUMO

A cultura do arroz, principalmente o irrigado sob inundação, representa a base da dieta de metade da população global. Além de sua importância econômica e alimentar, o arroz cultivado secularmente nos países asiáticos, apresenta uma simbologia própria ligada à cultura e religiosidade locais; é portanto, mais do que simplesmente um cultivo agrícola. O modelo de produção convencional vêm intensificando o uso de insumos industriais na agricultura, em detrimento dos métodos tradicionais de cultivo, trazendo consigo problemas como o aumento da erosão, baixa fertilidade dos solos, biodiversidade reduzida, estreitamento da base genética, poluição das águas e do solo, e impactos nos componentes atmosféricos e climáticos. O presente trabalho teve por objetivo apresentar, dentro do contexto da agricultura orgânica, alternativas ao uso de produtos industriais tais como fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, no sistema de produção do arroz irrigado em propriedades familiares, preconizando a adoção da tecnologia de processos, ou em outras palavras, um sistema integrado de produção. Neste contexto, a agricultura orgânica apresenta-se como uma alternativa, com a intenção de minimizar o impacto ambiental gerado pela atividade antrópica e remunerar melhor a produção agropecuária, por sua maior valorização perante o consumidor. De forma isolada, o caráter de agricultura orgânica não isenta este sistema de limitações ou mesmo problemas. Como exemplo, salienta-se a possibilidade de dependência de insumos industriais e a poluição de recursos hídricos e de alimentos com nitratos. Procurando contornar este dilema, as alternativas para sistemas integrados de produção apresentadas neste trabalho, na medida em que aprimoram sistemas de agricultura orgânica, levando em conta o enriquecimento planejado da biodiversidade, tem um papel destacado na viabilização da agricultura familiar de pequeno porte. Neste contexto de integração, a cultura do arroz irrigado passa a ser uma das várias opções de cultivo, mesmo continuando a ser a principal atividade de lavoura das propriedades; permite porém incrementar a renda total através da ampliação da agricultura de subsistência, e da diversificação com produtos diferenciados e de qualidade, passíveis de venda para um mercado cada vez mais exigente. Dentre as tecnologias integradas para o gerenciamento local de recursos, com geração interna de insumos e baixo uso de insumos industriais, destacam-se a rizipiscicultura, a criação de marrecos de Pequim em quadras arrozeiras, a fixação biológica de nitrogênio e sistemas de agrossilvicultura com arroz, que podem proporcionar uma maior estabilidade aos agroecossistemas, trazendo maior produção, sustentabilidade e eficiência energética. Na maioria destas situações, os animais representam um elo importante para as relações estabelecidas. Leguminosas e *Azolla* spp. têm um papel destacado no fornecimento de nitrogênio em sistemas de orizicultura irrigada, sendo que o uso destas espécies é ponto chave para altas produções de arroz na orizicultura orgânica integrada. Por ser um processo de geração de fertilidade *in loco*, seu uso permite a substituição dos adubos nitrogenados sintéticos, facilitando a transição para o modelo de agricultura orgânica. Identificou-se que há dois caminhos para a produção familiar orizícola de pequeno porte: a industrialização crescente ou a diversificação e integração de atividades da agropecuária tendo por cultura base o arroz. A viabilização do modelo apresentado, depende em grande medida dos consumidores, e é na relação direta com estes que a agricultura orgânica familiar de pequeno porte, pode encontrar um maior reconhecimento de seu significado como produtora de alimentos saudáveis e melhores condições de vida.

Palavras-chave: arroz irrigado, tecnologia de processos, produção orgânica, sistemas integrados, agricultura familiar, *Azolla* spp.

ABSTRACT

The rice culture, mainly irrigated under flood, represents the basis of half of the global population diet. Besides its economic and alimentary importance, the rice cultivated over the centuries in the Asian countries presents its own symbolism linked to the culture and religion; it is therefore, more simply an agricultural cultivation. The model of conventional production intensify the use of industrial inputs in agriculture, in detriment of the traditional methods of cultivation bringing problems like the increase of the erosion, low fertility of the soils, reduced biodiversity, diminishment of genetic base, pollution of the waters and soil and impacts on the atmospheric and climatic components. The purpose of the present work was to show, in the organic context, alternatives to the use of industrial inputs such as synthetic fertilizers and pesticides in the irrigated rice production system in family farms, preconizing the adoption of process technology, in other words, an integrated system of production. In this context, organic agriculture comes as an alternative, with the purpose to minimize the environmental impact generated by the human activity and to remunerate in a better way the agricultural production, for its more estimation before consumer. In an isolated way, the character of organic agriculture does not dispense this system of restriction or even problems. The pollution with nitrates in food and water resources by industrial input dependence, is pointed out as an example. Trying to outline this dilemma, the alternatives for integrated systems of production presented in this work, as soon as they improve organic agriculture systems, considering the planned enrichment of biodiversity, have an accentuated role in the viability of the small family farm agriculture. In this integration context, the culture of the irrigated rice becomes one of the several cultivation options, even continuing being the main activity of the crops of the properties; even so allowing to increase the total income through the amplification of the subsistence agriculture, and of the diversification with differentiated and qualified products, available to sell to a more and more demanding market. Among the integrated technologies which stand out for a local resources management, with internal generation of inputs and low use of industrial inputs are rice-fish farming, creation of Peking ducks in ricefields, biological nitrogen fixation and agrosilviculture systems with rice, that can provide a larger stability to the agroecosystems bringing larger production, sustainability and energy efficiency. In most of these situations, the animals represent an important link for the established relationships. Leguminous and *Azolla* spp. have an important role in providing nitrogen to irrigated rice system, being that the use of these species is the key to high rice outputs in the integrated organic rice culture. Being a process of *in situ* fertility production, its use allows the substitution of synthetic N-fertilizers, facilitating the transition to organic agriculture model. It follows that there are two ways by the small farmer rice production: the increasing industrialization or the diversification and integration of farming and cattle raising activities, with rice being the basic culture. The viability of the alternative model, depends on the consumers' interest as well, and it is in the direct relationship with these that the family-based organic agriculture can find a larger recognition of its meaning as a producer of healthy food and better life styles.

Keywords: irrigated rice, process technology, organic production, integrated systems, small family farm, *Azolla* spp.

1 INTRODUÇÃO

Desde o início dos assentamentos humanos em vilas, povoados e pequenas cidades, as distintas civilizações envolvidas neste processo desenvolveram metodologias locais para selecionar e melhorar os cultivos e raças animais, fazendo-as adaptadas às mais diversas condições geográficas e climáticas, incluindo-se aí resistência a várias pragas e enfermidades. Esta micro-adaptação agroecossistêmica estava na base do desenvolvimento social.

Em conjunturas passadas, a produção e processamento de alimentos, fibras, madeira e outros produtos, foram encarados como elementos integrados no processo de produção rural baseado na terra. Para LUTZENBERGER (2001) o campesinato tradicional caracterizava-se como uma atividade sustentável e auto-suficiente de produção, manipulação e distribuição de alimentos; produzia seus próprios insumos, usava rotação de cultivos, adubação verde, leguminosas, integração lavoura-animais, as ferramentas e implementos eram produzidos por artesãos e a produção destinava-se para subsistência e comercialização em feiras semanais.

Segundo ELLIS e WANG (1997), a agricultura tradicional na região do Lago Tai na China sustentou uma alta produtividade por mais de nove séculos. De 1000 d.C até os anos cinqüenta (1950), "...a tecnologia agrícola permaneceu basicamente inalterada, bem como os rendimentos de arroz, trigo e outras colheitas. Ainda assim, a produção total de grãos e a renda líquida das fazendas aumentaram com o passar do tempo, como resultado do aumento de múltiplas colheitas, produção expandida de amora/seda, e uso intensificado de fertilizantes orgânicos."

Agroecossistemas tradicionais de longa duração são exemplos de agricultura sustentável, sendo o resultado da interação favorável de fatores sociais, econômicos e ecológicos. Destacam-se como exemplos de agricultura tradicional produtiva e ecologicamente sustentável os sistemas de arroz da Ásia Oriental, das planícies de Kinki e Kanto no Japão, o delta do Rio Vermelho do Vietnã, e o delta do Rio Yangtze na China (ELLIS; WANG, 1997).

Referindo-se aos agroecossistemas tradicionais da América Latina, ALTIERI (1999) comenta que são baseados no cultivo de uma diversidade de culturas e variedades, permitindo aos agricultores tradicionais maximizar a segurança de colheitas usando baixos níveis de tecnologia e com limitado impacto ambiental. Muitos destes agroecossistemas são de pequena escala, geograficamente descontínuos, e ocupam uma variedade de nichos ecológicos adaptados às condições locais. A diversidade de plantação, geralmente na forma de policulturas e agroflorestas, caracteriza estes sistemas tradicionais agrícolas.

Em muitas das sociedades camponesas da América Latina, considera-se a agricultura parte de um amplo sistema de uso da terra. Citando CABALLERO e MAPES, ALTIERI (1999) informa que para os índios P'urhepecha do Lago Patzcuaro no México, colher é parte de um complexo modelo de subsistência baseado no uso múltiplo de recursos naturais: estes índios usam mais de 224 espécies de nativas silvestres e plantas vasculares naturalizadas para alimento, medicamentos e combustível.

Na produção tradicional de arroz, os métodos de cultivo somam tecnologias seculares e até milenares. Para as populações envolvidas neste contexto, todo trabalho com esta espécie leva um significado cultural muito forte. Na simbologia própria da religiosidade das culturas orientais, o arroz é tido como fonte de crescimento e prosperidade; os japoneses crêem que mantêm sua essência espiritual comendo arroz que foi plantado no Japão; na Índia, o arroz é chamado freqüentemente de *prana*, a respiração de vida. Neste sentido, em "...toda a Ásia, onde quer que o arroz seja uma comida básica, podem ser achadas tais comparações, pois o arroz é muito mais que uma fonte de calorías. A cultura da Ásia é também a base da diversidade biológica e cultural. O arroz representa muitas coisas para as pessoas da Ásia, de cultura, história, paisagem, idéias religiosas e sociais." (SHIVA, 2000)

Apesar de historicamente haver exemplos de manejo de recursos naturais com sua preservação, VIVAN (1998) comenta que isto não foi a regra, pelo contrário,

os recursos naturais foram “...freqüentemente suplantados pela insensatez, pela sede psicótica por poder e acumulação material. Esses desequilíbrios parecem ter coevoluído e se consolidado em sistemas autoritários e centralizadores, com forte controle social e dos recursos.”

Neste âmbito, desde meados do século XIX até os dias atuais, a indústria apropriou-se gradativamente desta conjuntura local de produção, chamando-se de apropriação “...o processo pelo qual certos componentes da produção agrícola passam a ser realizados pelo setor industrial como, por exemplo, a elaboração de fertilizantes químicos e de rações para a alimentação animal” (EHLERS, 1999).

Na visão de SCHUMACHER (1983), o mundo amoldado pela moderna tecnologia encontra-se envolvido em uma tríplice crise:

Primeiro, a natureza humana revolta-se contra inúmeros modelos tecnológicos, organizacionais e políticos, que experiencia [sic] como sufocantes e debilitantes; segundo, o ambiente vivo que suporta a vida humana sente dor, geme e dá indícios de colapso parcial; e, terceiro, está claro para qualquer um com conhecimento pleno do assunto que as depredações cometidas contra os recursos mundiais não-renováveis, particularmente os de combustíveis fósseis, são tais que sérios estrangulamentos e virtual exaustão nos aguardam logo adiante, num futuro bastante previsível.

Uma das conseqüências do modelo de desenvolvimento que gera a tríplice crise citada acima, é a perda de diversidade biológica e cultural. A FAO, citada em FLEBES (2000), calcula em 75% a perda em nível global da diversidade dos cultivos durante o século XX. Uma melhor visualização desta problemática é entendida frente ao fato de que “...existem cerca de 80.000 espécies conhecidas de plantas comestíveis – mas apenas 50 delas fornecem 90% dos nossos alimentos...” (GEORGE, 1978), impondo assim, uma dieta sempre mais reduzida, com uma segurança alimentar fragilizando-se, apesar do enorme potencial biológico. Nesta perspectiva, perde-se adaptabilidade ao meio quando desaparece uma espécie ou raça através da extinção biológica, mas também é perdida a utilidade da diversidade biológica quando se perde o conhecimento a ela associado, o que se pode denominar erosão cultural.

Seguindo esta tendência, na região do Alto Vale do Itajaí, Estado de Santa Catarina – Brasil, a produção agrícola de arroz predominantemente realizada em pequenas propriedades, é caracterizada pelo modelo industrial, ou seja, uso de insumos modernos (fertilizantes químicos de alta solubilidade e agrotóxicos), motomecanização, cultivo de variedades modernas em monocultura, e venda do arroz em casca aos engenhos de beneficiamento. Este modelo enquadra-se no que se denomina “Revolução Verde”. Segundo EHLERS (1999), tal desenvolvimento realizou-se “...por meio da substituição dos moldes de produção locais ou tradicionais, por um conjunto bem mais homogêneo de práticas tecnológicas”.

Neste sentido o agricultor tem cada vez menos autonomia, torna-se um apêndice dos processos industriais a montante e jusante da produção agrícola, “com fração cada vez menor dos lucros do esquema total” (LUTZENBERGER, 1993), resultando que no contexto global, o custo social e ecológico deste modelo é incalculável.

A sustentabilidade de longo prazo fica comprometida com o padrão de agricultura industrial intensiva, manifestando sintomas ambientais em três escalas: conseqüências locais negativas como aumento da erosão, baixa fertilidade do solo e biodiversidade reduzida; conseqüências regionais negativas, tais como a poluição das águas e do solo, e eutrofização dos rios e lagos; e, conseqüências globais negativas incluindo impactos nos componentes atmosféricos e climáticos (MATSON et al., 1997). Na visão de *THE ECONOMIST*, citado em GAZETA MERCANTIL (2000), o modelo agrícola convencional da Revolução Verde acarretou basicamente quatro tipos de danos ambientais: degradação do solo, poluição, escassez de água e perda de biodiversidade. A estas, somam-se conseqüências sociais e econômicas como êxodo e envelhecimento da população rural, e transferência de capital e renda para o setor urbano (BRITO; ALTMANN, 1999).

O estudo de estratégias de gerenciamento em uma base ecológica local, voltadas para a pequena produção familiar, com a valorização do conhecimento tradicional e científico atualmente disponível, pode ser conduzido para que se possa viabilizar agroecossistemas com maior sustentabilidade da produção agrícola, com

tendência concomitante de redução das conseqüências nas três escalas citadas anteriormente.

Os conhecimentos agroecológicos atuais, visam a satisfação das necessidades humanas em termos de alimentos e matérias primas, no entanto, o diferencial da agroecologia se dá "...do ponto de vista econômico, social e ecológico, das formas de produzir". Assim, é preciso buscar a ruptura com os paradigmas convencionais da ciência oficial. (NAVARRO, 1994)

Atuar nesta direção implica em assumir um sentido de responsabilidade frente às gerações futuras, buscando-se os elementos que podem dar lugar a uma agricultura mais sustentável, quais sejam: integração da diversidade local; potencialização dos ciclos internos do manejo de água, nutrientes e energia; constante evolução de uma tecnologia localmente apropriada como produto de uma investigação participativa; e, responsabilidade social e sensibilidade cultural (FLEBES, 2000).

Uma agricultura com incremento planejado da biodiversidade resulta em uma maior estabilidade dos cultivos num agroecossistema, trazendo por conseqüência uma maior estabilidade agrônômica e econômica à produção local. O manejo de sistemas diversos e complexos, requer uma intensificação e integração agrícola em escala local, o que implica em uma agricultura com alto grau de conhecimento, e por vezes, uma intensificação na mão-de-obra requerida, mas resulta em maior rendimento por unidade familiar, incluindo-se aí a subsistência e segurança alimentar, e maior retorno energético.

Atualmente a maior remuneração pelo produto agrícola oriundo da agricultura orgânica, traz um incentivo econômico para implantação de sistemas biodiversos e integrados, podendo estes serem conduzidos não apenas para a produção alimentar, mas ampliados para os serviços possíveis que se possam prestar para o conjunto da sociedade, como: produtos artesanais, manutenção da paisagem rural, preservação dos mananciais, do solo etc., em suma, uma maior riqueza cultural e biológica.

Para a otimização de sistemas integrados, no entanto, é necessário romper os fatores limitantes, como o caso dos sistemas de agricultura tradicional da China, onde o arroz irrigado e o trigo eram componentes essenciais, os rendimentos das colheitas estavam limitados pelo nitrogênio (ELLIS; WANG, 1997). A ausência de adubos químicos solúveis no sistema de arroz orgânico irrigado, pressupõe que também neste caso o nitrogênio se faça limitante, o que leva a uma importância maior nas fontes orgânicas de adubação, e principalmente, na geração local de fonte nitrogenada via adubação verde com plantas que tenham capacidade para fixação biológica de nitrogênio, pois esta pode ser uma das formas mais econômicas de fornecimento deste nutriente.

Este trabalho tem como **objetivo geral** apresentar alternativas tecnológicas para o modelo integrado de produção orgânica, considerando ser esta a opção com melhor perspectiva a médio e longo prazos para a orizicultura familiar de pequeno porte. Neste contexto, a cultura do arroz irrigado passa a ser uma das várias opções de cultivo, mesmo continuando a ser a principal atividade de lavoura das propriedades, porém permitindo incrementar a renda total através da ampliação da agricultura de subsistência, e da diversificação com produtos diferenciados e de qualidade, passíveis de venda para um mercado cada vez mais preocupado com as questões ambientais e de qualidade da alimentação.

Os **objetivos específicos** compreendem:

- a) apresentar a história do arroz com enfoque na origem das variedades modernas;
- b) discutir algumas tecnologias de produção agrícola integrada para pequenas propriedades, enfocando a produção orgânica de arroz irrigado; e
- c) investigar a existência de uma espécie de *Azolla* de ocorrência espontânea, já adaptada às condições climáticas do Alto Vale do Itajaí, e realizar teste piloto para verificar o potencial de sua adaptação para fixação de nitrogênio em quadras (área produtiva) de arroz irrigado.

Como **hipótese geral** do trabalho, considera-se que a produção orgânica de arroz, especialmente aquela caracterizada pela integração de atividades da agropecuária, representa uma alternativa com características e reconhecimento para a manutenção da orizicultura familiar de pequeno porte.

Apresenta-se como **hipótese de investigação** do terceiro objetivo específico, que o cultivo de *Azolla* na época primaveril, ou seja, na pré-semeadura do arroz, pode ter um crescimento suficiente para contribuir na substituição do adubo nitrogenado sintético, atualmente empregado no sistema de produção convencional do arroz irrigado por inundação.

Os elementos do texto (capítulos) do presente trabalho dividem-se em quatro partes: inicialmente é apresentada a história da origem e importância do arroz nos continentes asiático e africano, enfocando-se os desdobramentos do desenvolvimento genético em relação à obtenção de variedades para o modelo industrial de produção orizícola; em seguida são expostos alguns sistemas integrados para a produção orizícola orgânica: rizipiscicultura, criação de marrecos em quadras, agrossilvicultura com arroz, e *Azolla* para orizicultura; na seqüência desenvolve-se o estudo de adaptação de *Azolla* em quadras inundadas no município de Agrolândia/SC, região do Alto Vale do Itajaí; e por último apresentam-se as conclusões e sugestões.

2 BREVE HISTÓRIA DO ARROZ

2.1 AS ORIGENS DO ARROZ

2.1.1 A Cultura no Mundo

O arroz representa alimento de primeira necessidade para mais da metade da população humana. Constitui a fonte principal de energia para a dieta dos povos que vivem no Extremo Oriente, região onde se cultiva e consome nove décimos da produção mundial desse cereal. Fora do Extremo Oriente ele entra como parte da dieta de muitos outros povos, com mais ou menos intensidade, conforme a região e suas possibilidades econômicas. Mas de modo geral, vai se estendendo e generalizando pelo mundo todo, principalmente nas regiões de poder aquisitivo menor, como é o caso da África, América Latina e Oriente Médio (RANGUETTI, 1992).

O arroz é uma gramínea anual monocotiledônea, isto é, possui apenas um cotilédone na semente, e tem flores hermafroditas. A altura da planta varia com as condições presentes – variedade, clima, solo etc – e vai de 0,5m a 1,5m. Em grego o arroz recebe o nome de “Oruza”, termo derivado de “Arruzz” (Al-ruza) de origem lingüística duvidosa (ANGLADETTE, 1969). Já para SINDARROZ (2000), o arroz foi batizado como “aruz” na Espanha, onde foi levado pelos árabes.

De acordo com PEDROSO (1989), a taxonomia do arroz é a seguinte:

Classe - Monocotiledoneae
Ordem - Glumiflorae
Família - Gramineae
Subfamília - Oryzoideae
Tribo - Oryzae
Subtribo - Oryzineae
Gênero - *Oryza*
Espécie - *Oryza sativa* L.

Segundo CHANG (1995), “recentes revisões taxonômicas têm reduzido para 22 (vinte e duas) o número de espécies reconhecidas em *Oryza*. Alguns pesquisadores de arroz, contudo, não aprovam todas as revisões.” No entanto,

conforme ZANINI NETO (1997), “o gênero *Oryza* L., ao qual pertence a planta de arroz, possui vinte e cinco espécies, desde perenes a anuais, distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais da Ásia, Europa, Austrália e Américas do Sul, Central e do Norte, ocorrendo espécies diplóides ($2n=24$) e tetraplóides. Das espécies existentes, somente duas são cultivadas *Oryza sativa* L. e *Oryza glaberrima* Steud”.

Das mais de vinte espécies de arroz conhecidas no planeta atualmente, apenas duas foram domesticadas: *Oryza sativa* L. na Ásia e *Oryza glaberrima* Steud. na África ocidental. Foram duas domesticações independentes com história milenar, porém *glaberrima* mais recente.

O. sativa responde pela maioria do cultivo arrozeiro, e *O. glaberrima*, dominante no oeste da África antes das primeiras implantações européias, perde sua importância em benefício da primeira (ANGLADETTE, 1969).

CHANG (1995), concordando com ANGLADETTE, assume que o arroz Asiático, *Oryza sativa*, é plantado em muito maior área que o arroz Africano, *O. glaberrima*, o qual é rapidamente substituído pelo primeiro. As duas espécies demonstram pequenas diferenças morfológicas, mas híbridos entre eles são altamente estéreis.

O gênero botânico *Oryza* inclui as espécies de arroz atualmente cultivadas, no entanto, algumas espécies selvagens utilizadas na alimentação dos silvícolas americanos, pertenciam aos gêneros *Zizania* (FOTOGRAFIA 1) e *Zizianopsis* (RANGUETTI, 1992). As espécies do gênero *Oryza* abrigam uma grande variabilidade de hábitos e formas e habitam desde lagos de águas profundas até florestas densas e savanas (CASTRO et al., 1999).

O arroz é uma cultura única em alguns aspectos: é basicamente uma planta aquática, tendo posteriormente se diferenciado em formas adaptadas a diferentes condições de umidade; em suas formas naturais há desde perenes alógamas até anuais autógamas; a domesticação ocorreu independentemente e paralelamente na

Ásia e na África; e, ocorreu diferenciação varietal em cultivares da Ásia, originando os grupos *indica* e *japônica* (CASTRO et al., 1999).

FOTOGRAFIA 1 - PLANTAS E SEMENTES DE *Zizania aquatica* L. – 2002



FONTE: Disponível em: <<http://www.herbvideos.com/wildrice.htm>> Acesso em: 30 maio 2002.

A espécie *Oryza sativa* L. compõe-se de três grupos ou tipos: a) *indica*, com grãos longos e finos; b) *japônica*, com grãos curtos e arredondados; e c) *javânica*, com grãos longos e espessos (RAMOS, 1981). A origem destes tipos pode ser o resultado das seleções feitas nos processos de domesticação dos arroz silvestres, em diferentes ambientes. Os tipos *indica* e *japônica* foram considerados como subespécies de *Oryza sativa* L., mas atualmente são considerados como raças ecogeográficas (GONZÁLEZ, 1985).

As variedades tradicionais do tipo *indica* cultivadas nos trópicos têm como característica sua altura maior (estatura alta); perfilhamento denso; folhas largas, longas e inclinadas de cor verde pálido (verde claro); fraco tecido de planta; sensibilidade variável ao fotoperíodo; grão de médio a largo (delgado), geralmente sem aristas, pêlos curtos e delgados na lema e na pálea, fácil degrane natural e conteúdo médio a alto de amilose, o qual lhe dá aspecto seco, brando e pouco desintegrado no cozimento. No entanto, os trabalhos de melhoramento tem produzido variedades de arroz do tipo *indica* de estatura curta, perfilhamento abundante e resposta ao nitrogênio, produzindo rendimentos tão altos como as do grupo *japônica* (GONZÁLEZ, 1985 e PEDROSO, 1989).

Variedades do tipo japônica tem estatura média; menor capacidade de perfilhamento que as índicas ou afilhamento médio; folhas eretas, estreitas, de cor verde intenso (verde escuro); tecidos de planta, em geral, resistentes; sensibilidade ao fotoperíodo; tolerantes a baixas temperaturas; maior resposta ao nitrogênio em rendimento; grãos curtos e largos (arredondados), geralmente aristados, apresentando pêlos densos e longos na lema e na pálea, difícil degrane natural, com conteúdo de amilose baixo, são pegajosos e tendem a desintegrar-se no cozimento. (GONZÁLEZ, 1985 e PEDROSO, 1989).

O tipo javânica ou bulu é morfologicamente similar ao tipo japônica, mas suas folhas são mais largas e pubescentes, seu perfilhamento é baixo, mas a planta é forte e rígida, insensível ao fotoperíodo e os grãos são aristados (GONZÁLEZ, 1985).

Apesar do exposto anteriormente, pode-se considerar que "...*O. sativa* mostra uma tendência de se diferenciar em dois grupos, chamados de *indica* e *japônica*, os quais diferem em muitos caracteres e genes, mas mostram uma superposição de caracteres, não havendo um critério simples pelo qual eles possam ser distinguidos com absoluta certeza." Além disto, considera-se atualmente o grupo *javânica* incluído no grupo *japônica*, sendo conhecido como *japônica tropical*. (CASTRO et al., 1999)

As maiores produtividades mundiais da cultura do arroz, têm sido obtidas em latitudes elevadas: região Sudeste da Austrália, Norte do Japão e Espanha. O homem tem participado efetivamente para alcançar altas produtividades com a criação de cultivares adaptadas aos diferentes ambientes. O arroz é cultivado economicamente desde as latitudes de 49° N até 35° S (THOMÉ, 1997). Já para CHANG (1995), o arroz é cultivado de 53° latitude N até 35° S.

A cultura do arroz é mais adaptada às regiões de altas temperaturas e prolongada luminosidade, especialmente durante os períodos de crescimento e florescimento, no entanto, a noite fria durante o enchimento do grão, é altamente

benéfica, pois interage com o dia longo, proporcionando alta eficiência fotossintética com baixo consumo energético (THOMÉ, 1997).

2.1.2 Origens e História do Arroz

Para VAVILOV (1993), Centros de Origem são os lugares onde existe a maior diversidade genética de uma determinada espécie vegetal e de disseminação desta variabilidade. A seguinte frase de VAVILOV resume bem seu ponto de vista: “ao começar um trabalho de melhoramento de plantas prático, é o máximo conhecer muito bem as potencialidades dos materiais locais. Ele deve servir como ponto inicial para obtenção das variedades melhoradas subseqüentes.”

Conforme consta em FREIRE (1999), em relação à origem de diversidade genética, pelo menos dois aspectos podem ser considerados:

(i) os **centros de origem**, relacionados com a região geográfica onde se originou uma determinada espécie, ou o local onde primeiro foi domesticada; e (ii) os **centros de diversidade**, relacionados com a região eco-geográfica onde ocorre um elevado grau de variação ou de diversidade genética, os quais, por sua vez, podem apresentar duas situações. A primeira, refere-se aos **centros de diversidade primária**, onde, além da espécie de interesse, ocorrem espécies silvestres relacionadas com características primitivas e expressiva freqüência de caracteres dominantes e a segunda diz respeito aos **centros de diversidade secundária** onde, além da espécie de interesse, ocorrem poucas espécies silvestres relacionadas e expressiva freqüência de caracteres recessivos.

Como toda cultura básica na alimentação dos povos, o cultivo do arroz tem história muito longa, muitas vezes entremeada de lendas. Os primórdios de seu cultivo perdem-se na pré-história e sua presença é citada em cerimônias religiosas há mais de cinco mil anos, nas regiões asiáticas. (MENDES, citado por RANGUETTI, 1992). Sua origem é incerta. É comum afirmar-se ser do sudeste asiático, China, Indochina, Indonésia e mesmo da Índia, de onde teria sido levado à Pérsia e, posteriormente, à África. Outros botânicos afirmam que o cereal teve origens diversas, selecionado a partir de espécies nativas, inclusive na América, onde parece certo já ser conhecido anteriormente ao descobrimento (RANGUETTI, 1992).

Devido à vasta distribuição dos parentes silvestres do arroz na África, no sul e sudeste da Ásia, na Austrália e nas Américas Central e do Sul, sugere-se ter existido um genitor comum nas regiões úmidas do supercontinente Gondwana, antes de sua quebra e deriva (CASTRO et al., 1999).

Segundo CHANG, citado por CASTRO et al. (1999), durante a domesticação de *O. sativa* L. ocorreram muitas mudanças, citando-se estas a seguir:

a) aumento de:

- tamanho da planta (folhas maiores, colmos mais longos e grossos e panículas mais longas);
- número de folhas e de sua taxa de crescimento;
- número de panículas secundárias;
- peso de grãos;
- taxa de crescimento da plântula;
- capacidade de perfilhamento e sincronismo do desenvolvimento dos perfilhos e formação da panícula;
- taxa de fotossíntese líquida (pequeno aumento); e
- período de enchimento de grãos;

b) diminuição de:

- pigmentação;
- formação de rizomas;
- habilidade de flutuar em água profunda;
- aristas;
- degrana;
- período de dormência dos grãos;
- sensibilidade fotoperiódica;
- sensibilidade a baixas temperaturas; e
- freqüência de polinização cruzada.

Apesar das mudanças listadas anteriormente, é comum encontrar formas intermediárias entre plantas silvestres e cultivadas. Estes intermediários provavelmente surgem do cruzamento natural dessas duas formas, seguido de

seleção para condições diversas. Normalmente são invasoras de plantações incapazes de competir no ambiente natural (CASTRO et al., 1999).

Segundo ANGLADETTE (1969), o arroz africano *Oryza glaberrima* Steud. parece ser originário do delta central do rio Níger; deste núcleo primário, as raças desta espécie se tem estendido através de todo oeste africano, de Cabo Verde ao Chad, por toda a área ocupada por seu antecessor direto: *Oryza breviligulata* A. Chev. e Roehr. Segundo PORTÈRES, citado por este mesmo autor, o cultivo arrozeiro nigeriano começou 1500 a.C. Posteriormente ao início do cultivo do arroz asiático, o cultivo central nigeriano se manteve desde o Senegal até a desembocadura do Níger, estendendo-se desde Malí até a região de Tombuctu. Depois experimentou uma regressão ante a introdução do arroz asiático a partir das instalações portuguesas e holandesas na costa da África ocidental. Esta regressão pode-se explicar por dois motivos: a maior facilidade de adaptação dos arrozes asiáticos, e em geral, pela brancura das cariópses destes últimos, já que as cariópses de *O. glaberrima* são de cor avermelhada.

Considerando-se a África ocidental, traduções de documentos muçulmanos estabeleceram o cultivo de arroz nesta região antes da chegada dos portugueses, e a existência de um sistema de produção mais velho que o período de expansão islâmico nas proximidades do século X, destacando-se que somente na África ocidental os estudiosos islâmicos notaram o cultivo de arroz. Evidências atuais estabelecem o cultivo do *O. glaberrima* ao longo do médio rio Níger em Mali, uns dois mil anos atrás. A área de cultivo de *glaberrima* aconteceu sobre uma larga região da África ocidental para o sul do Senegal até a Libéria, e para o interior por mais de 1609 km até as costas do lago Chad (CARNEY, 2001).

Os indígenas africanos que domesticaram e difundiram o arroz *glaberrima*, utilizaram um sistema de conhecimento que os manteve em uma região larga e geograficamente diversa da África ocidental, enfrentando a instabilidade climática e topográfica da região para cultivar arroz através de principalmente dois sistemas: a) nas áreas úmidas (baixas) de planícies aluviais interiores, semeando o arroz em estação chuvosa e; b) em áreas costeiras sob influência de marés marinhas fortes,

invertendo o solo e formando cumes (camalhões) com posterior transplante de arroz (CARNEY, 2001).

A estratégia de cultivo em áreas úmidas aluviais, principalmente, permite o aproveitamento (manejo) de diversos microambientes ao longo de um gradiente de paisagem com regimes de água distintos, minimiza o risco de fracasso de colheita e soma flexibilidade para práticas de cultivo. As colheitas nestes microambientes distintos se dão em épocas diferentes, e por conseqüência todo o trabalho é distribuído durante uma estação de cultivo. No entanto, para maximizar a eficiência do sistema, uma seleção de sementes (variedades) deve ser manejada para florescer e amadurecer sob estas diferentes condições e períodos de duração, possibilitando uma melhor estratégia de uso da terra (CARNEY, 2001).

No Brasil, conforme CASTRO et al. (1999), encontram-se quatro espécies silvestres do gênero *Oryza*: a) *O. grandiglumis*: está restrita à parte oeste da Amazônia e pode ser encontrada nas bacias hidrográficas dos rios Solimões, Negro, Japurá, Purus e Madeira; b) *O. alta*: tem uma ampla distribuição, incluindo a parte oriental da bacia Amazônica, algumas pequenas bacias no Nordeste do Brasil e alguns locais esparsos na Floresta Tropical Atlântica, nos estados do Sudeste; c) *O. latifolia*: é restrita à bacia do rio Paraguai, no Pantanal Matogrossense; e d) *O. glumaepatula*: tem uma ampla distribuição, e foi localizada em todas as regiões onde as outras três existem. Esta espécie foi encontrada fora das áreas inundadas cobertas pela floresta. Ela cresce nas margens ao longo dos rios e lagos.

Ainda conforme os autores anteriormente citados, as espécies mencionadas, principalmente *O. glumaepatula*, podem ser utilizadas como rico reservatório gênico, e a longo prazo, os seguintes aspectos podem ser explorados: a) identificação de novos genes de resistência às doenças; b) ampliação da base genética, e com isto, aumentar as chances de obter maiores ganhos por seleção; e c) obtenção de cultivares flotantes.

Estas espécies selvagens brasileiras eram conhecidas como “milho-d’água” (*auati-i*, *abati-miri*, *abati-uaupé*, ou *abatiapê* ou *abatiapé*, no qual *auati* ou *abatí* é

“milho” e *apé* é “com casca”) que os tupis, muito antes de conhecerem os portugueses, já colhiam sem sequer sair do barco nos alagados perto do litoral. Havia arroz nativo no que hoje é o Estado do Pará, e nos pantanais de Mato Grosso. No Rio de Janeiro havia o “arroz-brabo”. Apesar disto, essas plantas não eram muito valorizadas na alimentação diária dos indígenas (SINDARROZ, 2000).

O Centro de Origem Indiano ou Centro Hindustânico (exclui o noroeste da Índia, Punjab e a fronteira noroeste, porém inclui Assam e Burna), conforme VAVILOV (1993), é o centro de origem do arroz, *Oryza sativa* L., onde encontram-se as formas cultivada e selvagem.

DE CANDOLLE e WATT, citados por ANGLADETTE (1969), estão de acordo que *Oryza sativa* L. foi originalmente cultivada na Índia, mais exatamente ao sul, onde se encontram as condições mais favoráveis para seu cultivo: solos pantanosos e inundações periódicas; a profusão de espécies selvagens existentes nesta parte do mundo parece apoiar esta tese. Os mais antigos espécimes de arroz conhecidos são, por outra parte, os grãos carbonizados encontrados nas cavernas de Hastinapur no estado de Uttar Pradesh, no norte da Índia, que remontam a 750-1000 a.C.; mas é provável que o arroz se difundiu para o norte a partir do sul da península.

Apesar do exposto, CHANG (1995), menciona que a domesticação de uma cultura não é necessariamente confinada ao centro de diversidade de seus relativos selvagens, a área de grande diversidade de formas cultivadas deve prover definição mais útil do centro de domesticação, ou seja, espera-se que o centro de domesticação corresponda à área de maior diversidade de formas cultivadas. Nesta base, junto com informações de filologia, pálio-climatologia e etnologia, a área incluindo a região nordeste da Índia, norte de Bangladesh e o triângulo adjacente de Burna, Tailândia, Laos, Vietnã e sul da China, aparece como o centro primário de domesticação. Desta região o arroz foi introduzido no vale do rio Amarelo da China, onde a raça temperada (keng, sinica ou japônica) evoluiu. Da China, o arroz foi introduzido na Coréia e, mais tarde, no Japão (1000 a.C.). A raça tropical (Indica ou Sen) cresceu no leste da China já em 7000 a.C. As variedades altas, longas e bem

fibrosas bulu (javânica) da Indonésia, aparecem como as mais recentes derivadas das formas tropicais continentais. As variedades bulu propagaram-se da Indonésia para as Filipinas, Taiwan e provavelmente, Japão.

Concordando com CHANG, CASTRO et al. (1999), assumem o fato de acreditar-se que "...o arroz tenha se propagado do sudeste asiático para a China por volta de 3000 a.C. Dali foi levado para a Coréia e, posteriormente (séc. I a.C.), para o Japão. Nas Filipinas o arroz é cultivado desde 2000 a.C., provavelmente advindo da China. A partir da Índia, o arroz foi levado para as ilhas do Oceano Índico, principalmente Indonésia e Ceilão (hoje Sri Lanka)."

Para GALLI, citado por THOMÉ (1997), a domesticação do arroz ocorreu há muito tempo, impossibilitando determinar seu centro de origem quanto aos seus ancestrais. Entretanto, as evidências espalham-se por vasta área do Sudeste Asiático, classificando-a como cultura "não cêntrica", cuja domesticação ocorreu em diferentes épocas e lugares.

CASTRO et al. (1999), concordam que o arroz cultivado descende diretamente de *Oryza rufipogon*, mas há controvérsias se de uma forma perene ou anual. Em relação à época em que se deu a domesticação, os sinais arqueológicos mais antigos contendo indícios de utilização de arroz (grãos e cascas), datam de 4500 a 5500 a.C. e foram encontrados em sítios arqueológicos da Índia, Tailândia e China.

Segundo a literatura clássica chinesa, o cultivo do arroz começou no período de Shen-nung (3000 a.C.), continuou durante os períodos de Hwanti a Yü y Chi (2600 a 2000 a.C.), e estava completamente difundido na dinastia de Chu (1122 a 274 a.C.). Certos escritos do tempo de Confúcio (Kong-Fu-Tseu) demonstram que no império de Yan (2356 a.C.) foram realizadas obras de irrigação. (TOPOLANSKI, citado por RANGUETTI, 1992).

Em escavações efetuadas em Mohenjodaro, no Paquistão Ocidental, foram encontrados grãos de arroz em recipientes de barro cozido, o que prova que o arroz

já era alimento importante 2500 anos antes da era atual. Testemunhos semelhantes sobre a antigüidade e importância do arroz se encontram na literatura da Tailândia, Birmânia, Malásia e Indonésia (TOPOLANSKI, citado por RANGUETTI, 1992).

DE RIALE, citado por RANGUETTI (1992), menciona que os povos orientais atribuíam uma alma ao arroz e tributavam-lhe honras e cerimônias, procurando evitar que essa alma se afastasse, o que resultaria na perda da colheita. O arroz era para eles o símbolo da abundância. Ainda hoje, nas cerimônias familiares da Índia, dão arroz aos corvos. Acreditando assim, contribuir para a paz da alma do defunto. Os malaios contam as estações do ano pelas diversas fases do ciclo vegetativo do arroz, sendo a colheita a festa mais solene. Os árabes atribuem a origem do arroz a uma gota de suor de Maomé, caída do paraíso.

Os antigos povos do Mediterrâneo desconheciam o arroz. A Bíblia não se refere a ele, porém no Talmud, que é bem posterior, já se encontram algumas referências. Nos documentos e monumentos egípcios nada foi encontrado a seu respeito. Aristóteles (384 a 322 a.C.), em sua enciclopédia, reunindo os conhecimentos de seu tempo, nada diz a cerca do cereal. Teofrasto (327 a 287 a.C.) na sua história das plantas, fez uma descrição que não deixa nenhuma dúvida a respeito da identidade da planta. Na época dos romanos, a cultura do arroz ainda não havia chegado à Itália. Plínio o Velho, em 79 d.C., fez alusão ao arroz, porém nunca o viu, conhecia-o apenas de referência. No Império Romano o arroz importado da Índia era alimento dos ricos. Galeno, que viveu entre 121 e 201, refere-se ao arroz e atribui-lhe qualidades medicinais (RANGUETTI, 1992).

A expansão do cultivo do arroz devida aos árabes, foi sem dúvida muito importante e eficaz: desde o século IV a.C. ao século I a.C. o introduziram no Egito; desde o século VIII ao século X dedicaram-se à introdução do arroz asiático de grãos largos e curtos na costa oriental da África, e talvez no noroeste de Madagascar. Também o levaram consigo ao Marrocos e Espanha quando da invasão da península ibérica. Desta forma o arroz asiático foi implantado na costa mediterrânea (ANGLADETTE, 1969).

Na pré-história da América, também se havia utilizado alguma variedade de arroz silvestre. Em investigações realizadas na região do rio Mississippi, foram encontrados recipientes de barro cozido para degranar sementes que continham grãos de arroz silvestre. Porém este parece ser um caso muito especial, pois não se encontrou nada semelhante em qualquer outra região da América. Tampouco existem referências sobre este aspecto nos documentos e restos pré-colombianos das civilizações Inca, Maia e Asteca (TOPOLANSKI citado por RANGUETTI, 1992).

Nas Américas, o início do cultivo do arroz deu-se apenas em datas pós-colombianas, sendo trazido por colonizadores espanhóis, portugueses e holandeses (CASTRO et al., 1999). CHEANEY, citado em GONZÁLEZ (1985), menciona que os holandeses e os portugueses ao final do século XVII introduziram o arroz na América do Norte, mais exatamente na Carolina. Um barco procedente de Madagascar danificado por uma tempestade, tocou perto de Charleston e deixou 40 libras de sementes em 1685.

No Brasil, segundo TACQUES citado por RANGUETTI (1992), por volta do ano 1560 já se cultivava arroz. Este cultivo se iniciou nas planícies de Iguape, nos tempos da Capitania de São Vicente, porém de forma muito limitada, e por muitos anos foi considerado um alimento exótico.

Segundo SINDARROZ (2000), o Brasil é apontado como o primeiro país do continente americano a cultivar o arroz, após este cereal ter vegetado espontaneamente em época anterior ao descobrimento. Integrantes da expedição de Pedro Álvares Cabral, regressando de uma peregrinação por três milhas no território nacional, trouxeram arroz colhido em chão brasileiro, relatam pesquisadores. E isto seria apenas a confirmação de registros feitos por Américo Vespúcio, que constatou a presença do cereal em grandes áreas alagadiças no Amazonas [possivelmente referência a uma das espécies silvestres brasileiras].

Em 1587 lavouras arrozeiras já ocupavam terras da Bahia, em 1745 o cultivo teve início no Maranhão, em 1772 no Pará e em 1750 no Pernambuco. A prática da orizicultura no Brasil, de forma organizada e racional, era notada acentuadamente

em meados do século XVIII. Desta época até metade do século XIX, o país foi grande exportador de arroz. Posteriormente, passou a importá-lo, o que provocou medidas e principalmente, altas sobretaxas alfandegárias na importação. (SINDARROZ, 2000).

Conforme PEDROSO (1989), no Rio Grande do Sul há referências do cultivo de arroz na zona colonial alemã desde 1832, porém a primeira lavoura irrigada foi instalada em 1903 no município de Pelotas. Em 1905 iniciou-se a irrigação mecânica em mais duas lavouras, uma em Cachoeira do Sul e outra em Gravataí, hoje município de Cachoeirinha, onde fica situada a Estação Experimental do Arroz.

Em Santa Catarina os açorianos deram origem ao seu cultivo e, posteriormente, imigrantes italianos e alemães deram maior impulso à lavoura. Neste Estado, o arroz é cultivado principalmente ao longo da faixa litorânea, Vale do Rio Itajaí e Vale do Rio Araranguá (RAMOS, 1981).

2.2 VARIEDADES DE ARROZ

A história registrada raramente menciona o esforço humano para melhorar a planta de arroz. Mas, bem antes do advento da ciência moderna, homem (ou mais provável, mulher) indubitavelmente fizeram amplo uso de variabilidade natural no cultivo, mutações espontâneas, hibridações naturais e introduções em terras estrangeiras. A introdução de variedades de maturação precoce Champa do Vietnã central para a China no século XI, foi largamente responsável pela prática de dupla colheita no sul da China. A significativa troca na Tailândia, dos predominantes arrozes do tipo javânica (*bold-grained*) entre os séculos XIV e XVIII para as variedades do tipo índica (*long-grained*) 200 anos mais tarde, ilustra a relativa facilidade com que as variedades de arroz podem ser substituídas (CHANG, 1995).

Todas as cultivares de arroz são autógamas, mas as espécies silvestres são intercruzantes em graus variados (CASTRO et al., 1999). Apesar da autogamia das cultivares de arroz, a homozigose pode ser quebrada pelo cruzamento natural (polinização cruzada), resultando na perda das características próprias de cada

cultivar. Em geral, a taxa de cruzamento natural varia de 0,1 a 5%, dependendo das condições ambientais e da cultivar (PEDROSO, 1989).

A criação de novas cultivares objetiva basicamente, aumentar a produtividade da cultura, trazer resistência às doenças, adaptação à tecnologia empregada na lavoura e também ao hábito alimentar dos consumidores, e adequação às exigências do parque industrial. Para alcançar estes objetivos há vários métodos de se obter novas cultivares, uns mais rápidos, como as introduções, e outros mais demorados, porém mais eficientes, como a hibridação controlada, que é o mais empregado no mundo (PEDROSO, 1989).

Neste sentido CASTRO et al. (1999), comentam que:

O método de melhoramento chamado seleção genealógica tem sido o mais utilizado em arroz. Partindo de uma população F_2 de um cruzamento simples ou F_1 de cruzamento múltiplo potencialmente útil, o melhorista procede a uma série de seleções, sempre de plantas individuais, abrindo progênies até que a variabilidade dentro delas seja desprezível, o que geralmente ocorre em F_6 . Daí em diante têm-se linhagens fixadas que são submetidas a ensaios em que se avaliam a produtividade e todos os caracteres agrônômicos relevantes.

Através do uso de agentes mutagênicos como os raios X, raios gama e o sulfato de dietil, com o objetivo de introduzir variabilidade genética ou eliminar caracteres indesejáveis, as probabilidades de se obter mutações constitutivas são pequenas, daí a necessidade de se possuir grandes populações, o que envolve muita mão-de-obra. Por isso, este método só é válido como auxiliar de um programa de melhoramento com hibridação controlada e nunca para substituí-lo (PEDROSO, 1989). Em termos práticos, as mutações induzidas têm apresentado pouca utilidade.

2.2.1 Variedades de Arroz Mundialmente Conhecidas

Testes comparativos com variedades nativas tiveram início no Japão aproximadamente em 1893, e a primeira informação de geração de arroz por hibridação veio do mesmo país onde, em 1906, a cultivar híbrida (de linhagens originadas por hibridação) Ominishika foi desenvolvida. Já em 1913, 20 variedades de origem híbrida eram comercialmente cultivadas. Foi extraordinário o progresso

atingido através do esforço conjunto de melhoristas, agrônomos e cientistas do solo, sendo que em apenas 30 anos, o cultivo de arroz estendeu-se em direção ao norte, até 45° de latitude, e a ilha Hokkaido, a mais setentrional, tornou-se a maior região produtora no Japão (CHANG, 1995).

A hibridação de arroz nos EUA começou aproximadamente em 1922 quando melhoristas cruzaram variedades introduzidas do Japão, China, Índia e das Filipinas. Estes programas enfatizaram a resposta ao nitrogênio, cascas e palhas lisas. Variedades selecionadas ou produzidas nos EUA foram propagadas posteriormente para a América do Sul e Austrália, conseguindo ali predominância local (CHANG, 1995).

Em 1962 quando o *International Rice Research Institute* (IRRI) foi fundado nas Filipinas, os pesquisadores, com o objetivo de incrementar a produção de arroz na Ásia, procuravam uma variedade melhorada com baixa estatura. Depois de avaliar cerca de 10 mil variedades já existentes sem encontrar nenhuma que satisfazia suas necessidades adequadamente, iniciaram um vigoroso programa de melhoramento de arroz em grande escala, realizando muitos cruzamentos entre variedades altas e anãs. O melhor destes resultados foi conseguido entre “Peta”, uma variedade alta da Indonésia, cultivada extensivamente nas Filipinas, e “Dee Geo Woo Gen”, uma variedade anã da ilha de Taiwan, que se supunha trazida do sul da China há vários séculos. Este novo cultivar foi lançado pelo IRRI em 1966 com o nome de IR8 (WINKELMANN, 1993).

A cultivar IR8 e as linhagens dela descendentes, por serem amplamente utilizadas em programas de melhoramento de arroz em todo mundo, transformaram-se em genitoras comuns, a tal ponto que nos países da América Latina, de uma maneira geral, 36% dos genes das variedades de arroz exploradas comercialmente são oriundos da Dee Geo Woo Gen, Cina e Lati Sail (CUEVAS-PÉREZ et al. citado em RANGEL et al., 1996).

O acamamento representava um entrave para o aumento de rendimento do arroz, pois as plantas que se buscava, precisavam suportar um maior peso de grãos,

e a estatura menor possibilitava facilidades para a colheita mecânica, além de evitar os inconvenientes de uma lavoura acamada com grãos sujos, operação de colheita lenta e onerosa, e até perdas com grãos “ardidos”. Neste sentido, JENNINGS et al. citado por CASTRO et al. (1999), comentam que as linhagens melhoradas são as melhores fontes de resistência ao acamamento, e a utilização de variedades tradicionais chinesas, dentre elas a “Dee-geo-woo-gen”, visando baixar a estatura de planta, foi um dos maiores avanços do melhoramento do arroz.

A ampla adaptação das cultivares semi-anãs IR8, IR20 e IR22, produzidas pelo IRRI, possibilitou que estas se tornassem muito importantes na Colômbia, Peru, Equador, Cuba, México, Indonésia, Malásia, Filipinas, Índia, Paquistão, Bangladesh e Vietnã do Sul. Em 1972/73 as semi-anãs ocuparam uma grande parte da área plantada com variedades de alta resposta (10% do total mundial e 15% na Ásia tropical). O hábito semi-anão, que é controlado por um único gene recessivo, tem sido incorporado em muitas variedades recentes por diferentes centros nacionais nos trópicos. A insensibilidade ao fotoperíodo das semi-anãs tem possibilitado para a Coreia do Sul cultivar o Tong-il (IR667-98) responsiva ao nitrogênio, em uma estação de crescimento a baixa temperatura e aumentar dramaticamente os níveis de produção do arroz. A área plantada com semi-anãs continua crescendo e em 1982/83 alcançou 37 Mha na Ásia tropical (26% do total mundial e 30% na Ásia tropical) (CHANG, 1995).

Coleções de germoplasmas de arroz representam a mais intensiva exploração de recursos entre os principais cereais. O gene recessivo único (sd_1), em semi-anãs de Taiwan e da China continental, acelerou grandemente o andamento da produção de cultivares de arroz na Ásia, América Latina e EUA. Muitos programas nacionais têm feito grande uso deste gene (CHANG, 1995).

Segundo CHANG (1995), a produção de arroz na Ásia aumentou de 292 Mt em 1971 para 479 Mt em 1990, um aumento de 64%. Cerca de 30% do aumento na produção pode ser atribuída à irrigação, 25% às variedades melhoradas, e 25% aos fertilizantes químicos. Na Ásia, onde 90% do arroz produzido é consumido, a

produção *per capita* de arroz cresceu apenas por uma pequena margem devido ao rápido crescimento populacional.

As introduções de cultivares também são usadas pelos melhoristas como uma forma de trazer novas linhagens para uma região. O método de “introdução de cultivares de linhas puras” consiste em introduzir, de outras regiões, linhagens que já atingiram a homozigose, porém, ainda não são cultivadas comercialmente.

Neste sentido, comenta PEDROSO (1989), as unidades de pesquisa de arroz trabalham integradas, desde o nível estadual, nacional, como internacional. Exemplos desse procedimento são:

a cultivar IRGA-408 [RS – Brasil], originária da linhagem IR 930.31.10, procedente do IRRI e introduzida através do CIAT. No Peru, a mesma linhagem originou a cultivar denominada Chancai. Há outros casos, como a da linha 4421, criada e distribuída pelo CIAT, e que originou o Cica 9, recebeu as denominações de Linha 9 na Nicarágua, ISA 21 na República Dominicana e Ciarllacen 1 na Venezuela. A linha 4440, que originou a cultivar Cica 8 e distribuída pelo CIAT, recebeu as denominações de Virgínia na Guatemala, ISA 40 na República Dominicana e Adelaide 1 no Paraguai, INCA em Minas Gerais e IAC 4440 em São Paulo.

No caso dos países latino-americanos pode-se dizer que estes têm uma base genética exógena, devendo-se isto “...ao fato de os programas de melhoramento genético dos países latino-americanos terem como base os germoplasmas introduzidos do CIAT e IRRI.” No Brasil a base genética das cultivares de arroz irrigado seguiu semelhante desenvolvimento (RANGEL et al., 1996).

2.2.2 Variedades de Arroz no Brasil

Programas oficiais de melhoramento genético do arroz no Brasil iniciaram em 1937, no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) – SP, que sempre priorizou o arroz de sequeiro; e em 1938, no Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) – RS, o qual sempre se dedicou com exclusividade ao arroz irrigado (CASTRO et al., 1999).

Citando BANZATTO e CARMONA, CASTRO et al. (1999), afirmam que:

Inicialmente, ambos os institutos adotaram a estratégia de selecionar, entre as variedades ou linhagens até então disponíveis no País ou vindas do exterior, as que melhor se prestavam ao cultivo nas condições de São Paulo e do Rio Grande do Sul. O IRGA persistiu por mais tempo nesta estratégia porque havia, no exterior, programas de melhoramento capazes de oferecer, com certa continuidade, novas linhagens de arroz irrigado para avaliação, o que não acontecia com o arroz de sequeiro. O IAC teve que buscar a ampliação da variabilidade genética da coleção que já conseguira reunir, por meio de cruzamentos dirigidos, procurando combinar características de interesse. As atividades de cruzamento artificiais parecem ter sido adotadas pelo IRGA somente a partir da década de 50...

O mesmo procedimento também foi adotado pela EMBRAPA e pela PESAGRO, conforme deduz-se de análise de tabela constante em IRRI (2000), e da qual se observa que no Brasil a cultivar aqui denominada BR-2, foi importada do IRRI, cuja designação original é IR442-2-58, e a cultivar PESAGRO 102, igualmente oriunda do IRRI, denomina-se originalmente IR46. Ainda segundo a mesma fonte, encontram-se no Brasil 25 cultivares importadas, cuja origem cita-se a seguir com o respectivo número de cultivares: CIAT (12), IRRI (4), Côte d'Ivoire (2), Taiwan [China] (2), Colômbia (1), Cuba (1), Malásia (1), Sri Lanka (1) e Tailândia (1).

Passado o primeiro momento da simples importação, seleção, multiplicação e distribuição das cultivares de arroz importadas, a direção do melhoramento genético brasileiro foi realizar cruzamentos com genitores estrangeiros, principalmente asiáticos.

Em levantamento realizado por RANGEL et al. (1996), constatou-se que 46 (quarenta e seis) ancestrais (genitores) contribuem com genes para as variedades de arroz irrigado plantadas no Brasil. A origem com o respectivo número de ancestrais é a seguinte: Estados Unidos (9), China (7), Índia (6), Filipinas (3), Tailândia (3), Taiwan (3), Vietnã (2), Indonésia (2), Malásia (1), Sri Lanka (1), Costa Rica (1), Colômbia (1), Senegal (1) e de origem desconhecida (6). Apesar do maior número, os ancestrais dos Estados Unidos contribuem com 9,28% para o conjunto gênico das variedades brasileiras de arroz irrigado, sendo que a maior contribuição genética é dada pelos ancestrais oriundos da China: 35,52%.

Como consequência desta estratégia, a base genética de cultivares de arroz irrigado no Brasil encontra-se bastante estreita. Verificando-se esta base nas cultivares mais plantadas nos principais estados produtores brasileiros, constata-se que “...sete ancestrais (Deo Geo Woo Gen, Cina, Lati Sail, I Geo Tze, Mong Chim Vang A, Belle Patna e Tetep) são mais freqüentes nos *pedigrees* das variedades”. Em Santa Catarina estes ancestrais têm uma contribuição genética de 34,63%, e nos demais estados os mesmos ancestrais são responsáveis por mais de 70% do conjunto gênico das variedades (RANGEL et al., 1996).

Este estreitamento da base genética e sua consequente uniformidade, leva ao aumento da vulnerabilidade genética e à redução da possibilidade de ganhos adicionais nos programas de seleção, de tal forma que “no Brasil, na década de 80, os ganhos genéticos de rendimento no arroz irrigado, quando obtidos, foram de pequena magnitude, apesar dos inúmeros cruzamentos submetidos à seleção.” (RANGEL et al., 1996)

Segundo RANGEL et al. e CARMONA et al., citados em CASTRO et al. (1999), para o caso do arroz irrigado existem “...fortes evidências de que os ganhos genéticos conseguidos na produtividade ocorreram somente até o final da década de 80, enquanto se substituíam os cultivares tradicionais pelos de arquitetura considerada moderna, ou seja, de porte baixo, com folhas finas e eretas, perfilhadoras, com colmos fortes e resistentes ao acamamento”. A partir desta época os ganhos em rendimento têm sido irrisórios.

Igualmente em CASTRO et al. (1999), citando RANGEL et al., salientam que “o maior desafio do melhoramento de arroz irrigado atualmente é elevar a produtividade, que se encontra quase estagnada desde a substituição das variedades tradicionais pelas variedades modernas semi-anãs.”

2.2.3 Variedades de Arroz em Santa Catarina

Em Santa Catarina predomina o cultivo do arroz irrigado com emprego de sementes pré-germinadas. Neste estado, as atividades de pesquisa em arroz

irrigado iniciaram-se em 1969, através do Departamento Nacional de Pesquisa e Experimentação Agropecuária (DNPEA), do Ministério da Agricultura. A partir de 1975, todas as atividades de pesquisa no Estado passaram a ser executadas pela Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (EMPASC), atual Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (EPAGRI). Não são realizadas pesquisas com arroz de sequeiro. Para a criação de uma variedade de arroz irrigado, a EPAGRI utiliza três métodos de melhoramento: hibridação, indução de mutação e introdução de linhagens (EPAGRI, 1998a).

As variedades pesquisadas no Estado, QUADRO 1, todas para o sistema irrigado, podem ser reunidas em dois grupos: a) “variedades recomendadas”, as criadas por outras instituições de pesquisa que foram avaliadas para as condições de Santa Catarina; e b) “variedades lançadas”, aquelas desenvolvidas pela EPAGRI a partir de linhagens e adaptadas ao sistema de cultivo catarinense (EPAGRI, 1998a). Observa-se que para as variedades recomendadas e lançadas pela EMPASC/EPAGRI, constantes no QUADRO 1, nenhuma delas provêm de variedades tradicionais trazidas pelos primeiros colonizadores, ou seja, apesar do uso de hibridação para a obtenção de algumas variedades em uso, todas provêm de introduções recentes.

Descreve-se a seguir o histórico de algumas variedades de arroz irrigado em Santa Catarina:

- a) EMPASC 104: provém da linhagem IR-841-67-1-2 {proveniente do IRRI por cruzamento simples de IR-262-43-8-11 / Khao Dawk Mali 105 [esta última provém da Tailândia por seleção de linha pura de Khao Dawk Mali seleção]}, cruzamento de IR-262-43-8-11 com KDM 105. Foi introduzida do IRRI, através do IRGA, sendo incluída nos experimentos da EMPASC a partir da safra 1980/81 (EMPASC, 1985; IRRI, 2000);

QUADRO 1 – VARIEDADES DE ARROZ IRRIGADO RECOMENDADAS E LANÇADAS PELA EPAGRI NO ESTADO DE SANTA CATARINA – 1977-1996

VARIETADES RECOMENDADAS	VARIETADES LANÇADAS
Agulhão Precoce (1977)	EMPASC 100 (1980)
Batatais (1977)	EMPASC 101 (1980) ⁽⁷⁾
CICA 4 (1977)	EMPASC 102 (1980) ⁽⁸⁾
Fortuna (1977)	EMPASC 103 (1981)
IAC-120 (1977)	EMPASC 104 (1985) ⁽⁹⁾
IAC-435 (1977)	EMPASC 105 (1987) ⁽¹⁰⁾
IAC-1246 (1977)	EPAGRI 106 (1992)
IR 665 (1977)	EPAGRI 107 (1994)
Pratão Precoce (1977)	EPAGRI 108 (1995)
Registro 1322 (1977)	EPAGRI 109 (1996)
Dawn (1978)	
Labelle (1978)	
IRGA 408 (1981)	
BR-IRGA 409 (1981) ⁽¹⁾	
BR-IRGA 410 (1981) ⁽²⁾	
Lebonnet (1981) ⁽³⁾	
BR-IRGA 414 (1982) ⁽⁴⁾	
CICA 9 (1982) ⁽⁵⁾	
CICA 8 (1985) ⁽⁶⁾	

FONTES: EPAGRI. **Contribuição das variedades de arroz irrigado em Santa Catarina.** Florianópolis, 1998(a). (Documentos, n. 197).

RANGEL, P. H. N.; GUIMARÃES, E. P.; NEVES, P. C. F. Base genética das cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 5, p. 349-357, maio 1996.

NOTAS: Os dados de composição genética com os respectivos ancestrais de origem das variedades foram extraídos de RANGEL et al., 1996.

Os símbolos (A1, A2... A46) representam os seguintes ancestrais: A1 = Deo Geo Woo Gen, A2 = Cina, A3 = Lati Sail, A4 = Khao Dawk Mali 105, A5 = Mong Chin Vang A, A6 = Tetep, A7 = I Geo Tze, A8 = Tadukan, A9 = Belle Patna, A10 = Marong Paroc, A11 = Kitchili Samba, A12 = Vellai-Kar, A21 = Bin-Tang-Chieh, A24 = Tangkai Rotan, A25 = Pa Chian, A26 = Benong, A27 = Tsai Yuan Chon, A30 = Blue Rose, A33 = Chianan 8, A34 = Sinawpagh, A35 = 81B-25, A36 = Century Patna 231, A37 = Hill Patna Selection, A41 = Variedade desconhecida, A43 = C.I 5309, A44 = Carolina Gold, A46 = Shoemed.

O número fracionário que multiplica cada ancestral é o coeficiente de parentesco entre o ancestral e a variedade.

(1) $1/4A1 + 3/16A2 + 3/16A3 + 1/8A5 + 1/8A7 + 1/8A9$

(2) $1/4A1 + 3/16A2 + 3/16A3 + 1/8A5 + 1/8A7 + 1/8A9$

(3) $15/32A10 + 5/64A25 + 3/16A30 + 11/128A34 + 1/8A37 + 1/64A43 + 1/64A44 + 1/64A46$

(4) $1/4A1 + 3/16A2 + 3/16A3 + 1/8A5 + 1/8A7 + 1/8A9$

(5) $3/16A1 + 13/64A2 + 13/64A3 + 1/8A4 + 1/8A9 + 1/64A10 + 1/64A11 + 1/64A25 + 1/64A26 + 1/64A27 + 1/16A35 + 1/64A36$

(6) $3/16A1 + 1/8A2 + 1/8A3 + 1/8A5 + 1/4A6 + 1/8A7 + 1/16A9$

(7) $5/32A1 + 5/32A2 + 5/32A3 + 1/8A5 + 1/8A7 + 1/8A11 + 1/8A12 + 1/32A27$

(8) $1/4A1 + 1/8A2 + 1/8A3 + 1/8A5 + 1/8A7 + 1/4A8$

(9) $1/2A4 + 1/8A11 + 1/8A12 + 1/8A24 + 1/8A33$

(10) $1/8A1 + 1/16A2 + 1/16A3 + 1/32A10 + 1/32A11 + 1/2A21 + 1/32A25 + 1/16A26 + 1/16A36 + 1/32A41$

- b) EMPASC 105: originou-se da linhagem Taichung Sen Yu 195 {proveniente de Taiwan (China) por cruzamento simples de Bin Tang Chieh / IR-661-1-140-3-54}, originária de Taiwan (Formosa). Foi introduzida no Brasil pelo IRGA em 1978 através do Viveiro Internacional

de Rendimentos de Arroz para América Latina - variedades precoces-IRRI/CIAT (VIRAL-T). Foi incluída em experimentos da EMPASC a partir da safra 1980/81 (EMPASC, 1987; IRRI, 2000);

- c) EPAGRI 106: é uma cultivar obtida a partir da linhagem CT-7363-13-5-7-M {originária do CIAT por cruzamento caminho triplo de P3085-F4-54 // IR-52 [provêm do IRRI por cruzamento caminho triplo de Nam Sagui 19/IR-2071-88//IR-2061-214-3-6-20] / IR-19743-25-2-2-3-1}, proveniente do cruzamento P-3085 // IR-5853-118-5 / IR-19743-25-2-2-3-1. Sua introdução ocorreu em 1986, através do programa cooperativo de introdução de genótipos que a EMPASC, hoje EPAGRI, mantém com o CIAT da Colômbia (EPAGRI, 1992b; IRRI, 2000);
- d) EPAGRI 108: originária do CIAT e introduzida no Estado como linhagem CT-8008-16-31-3P-M, resultante do cruzamento 17719/5738 // IR-21015-72-3-3-3-1. Em 1990 a linhagem foi introduzida nos ensaios de genótipos da EPAGRI, na Estação Experimental de Itajaí, recebendo a sigla SC-140 (EPAGRI, 1996a);
- e) EPAGRI 109: foi introduzida no CIAT sob a denominação de linhagem CT-8008-16-10-41-M, resultante do cruzamento CT-7347 com IR-21015-72-3-3-3-1, tendo sido avaliada na EPAGRI, a partir de 1990 (EPAGRI; SINDARROZ-SC, [1996?]).

Com o intuito de avaliar as cultivares de arroz irrigado com melhor desempenho, a EPAGRI realiza ensaios regionais nas três principais sub-regiões orizícolas do Estado, seguindo as recomendações de cultivo para o sistema de produção de arroz pré-germinado. Anualmente é editada esta avaliação, sendo que as cultivares para a safra 2001/2002 referentes a região do Alto Vale do Itajaí, encontram-se no QUADRO 2.

QUADRO 2 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO AVALIADAS (RECOMENDADAS⁽¹⁾) PARA CULTIVO EM SANTA CATARINA – SUB-REGIÃO ALTO VALE DO ITAJAÍ, SAFRA 2001/2002

CULTIVAR	PRODUTIVIDADE MÉDIA (t.ha ⁻¹) ⁽²⁾	CICLO DA PLANTA ⁽³⁾	ESTATURA ⁽⁴⁾	PERFILHAMENTO	ACAMAMENTO ⁽⁵⁾	BRUSONE PANÍCULA ⁽⁶⁾	TOXIDAZ POR FERRO ⁽⁷⁾
EMPASC 105	8,75	M	Baixa	Alto	R	R	S
EPAGRI 106	7,39	P	Baixa	Médio	MR	MR	MR
EPAGRI 107	8,20	M	Baixa	Alto	R	S	R
EPAGRI 108	9,05	T	Baixa	Alto	R	S	R
EPAGRI 109	10,40	T	Baixa	Alto	R	MR	R
SCS BRS-111	8,10	M	Baixa	Alto	MR	R	R
SCS-112	7,50	T	Baixa	Alto	R	MR	MS
BR-IRGA 410	6,77	M	Baixa	Alto	R	MR	S
CICA 8	8,65	T	Baixa	Alto	S	R	R

FONTE: EPAGRI. **Avaliação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 2001/2002.** Florianópolis, 2001. p. 23-27. (Boletim Técnico, n. 117)

- (1) Em Boletins Técnicos anteriores as cultivares eram “recomendadas”.
- (2) Resultados obtidos em seis ensaios regionais localizados nas três sub-regiões orizícolas nos últimos anos e de quatro ensaios regionais para a EPAGRI 106. A condução dos experimentos foi realizada conforme as recomendações de cultivo para o sistema de produção de arroz pré-germinado.
- (3) P – precoce (menos de 120 dias); M – médio (121 a 135 dias); ST – semitardio (136 a 150 dias); T – tardio (mais de 150 dias).
- (4) Baixa – menos de 100 cm.
- (5) MR – moderadamente resistente; R – resistente; S – suscetível; MS – moderadamente suscetível.
- (6) Reação em condições de campo: S – suscetível; MR – moderadamente resistente; R – resistente.
- (7) Reação em condições experimentais (Baixo Vale do Itajaí): S – suscetível; MR – moderadamente resistente; R – resistente.

2.3 A ORIGEM DAS VARIEDADES DE ALTA RESPOSTA

Durante os milhares de anos em que o arroz foi domesticado, seu cultivo sempre esteve ligado com a cultura local e inserido no contexto do manejo da biodiversidade para a garantia da segurança alimentar. Nesta perspectiva, não foi uma cultura isolada no sentido de uma produção comercial, mas uma entre as culturas principais voltadas para a subsistência, e por vezes, venda de excedentes. Nesta direção, pode-se entender segurança alimentar local como a produção de “alimentos em quantidade e qualidade suficientes, de acordo com os costumes, para todos através dos anos” (FLEBES, 2000), ou a “habilidade de uma comunidade em se nutrir de forma consistente com uma dieta variada” (GREENPEACE; PÃO PARA O MUNDO, 2001).

Esta evolução do arroz como fonte de alimento, procedeu-se de muitas e variadas formas, sempre em uma ampla diversidade de cultivares. É muito interessante o depoimento de um agricultor do Sri Lanka, que se refere à existência atual de três ou quatro variedades de arroz em sua região, mas consegue lembrar da existência e utilidade específica de 123 variedades. Haviam variedades com ciclo de três até quatro meses, adequando-se a diferentes épocas de plantio; com alto conteúdo protéico, ou alto teor de carboidratos; variedades para situações de plantio com excesso ou falta d'água, solo pobre ou rico, etc. “Esse agricultor lembra que sempre havia alguma variedade que se desenvolvia bem, quaisquer que fossem os problemas que surgissem em um dado ano” (REIJNTJES; HAVERKORT; WATERS-BAYER, 1994). Na Índia usavam-se variedades de arroz para as mais variadas situações e necessidades: arroz para sobreviver a inundações, tolerante a seca, aromático, terapêutico, e para outros usos (SHIVA, 2000).

É importante mencionar que em seu estudo sobre os agroecossistemas tradicionais de aldeia da região do Lago Tai na China, ELLIS e WANG (1997), argumentam que estes agroecossistemas eram altamente integrados, onde quase todos materiais e biota eram manejados em benefício da população humana. Os camponeses fizeram todo o possível para obter e usar fertilizantes: a maioria dos resíduos de colheita eram queimados para cozinhar, e as cinzas armazenadas e posteriormente usadas nos campos, os estercos de todos os animais, inclusive humanos, retornavam aos campos na forma de adubos.

Ainda conforme mencionado pelos autores anteriores, nos agroecossistemas tradicionais da China, as variedades de arroz usadas eram altamente produtivas, sendo que “...há evidência que sob condições excepcionais, os rendimentos de arroz nos anos de 1600 poderiam ser tão altos quanto esses de hoje.” Para esta época, a história dos rendimentos de arroz na região do Lago Tai, menciona rendimentos de cultivo simples do arroz japônica tardio (arroz + cascas) na magnitude de 6 mil kg.ha⁻¹, havendo picos de até 10 mil kg.ha⁻¹.

Isto é uma indicação que variedades tradicionais em uso antes do melhoramento genético moderno da Revolução Verde, representavam o resultado

de uma longa história de domesticação e adaptação, mantendo altas produções em situações de agricultura tradicional.

Neste sentido, PALMER comentado em SHIVA (1992), enfatiza que a expressão “variedades de alta produtividade”, termo usado para referir-se às variedades oriundas do melhoramento genético da Revolução Verde, “...é equivocada porque implica o fato de as novas sementes alcançarem altas produtividades por si mesmas.”, sendo que a característica que as torna distintas de outras sementes, é o fato de responderem grandemente à aplicação de certos insumos chave, tais como fertilizantes e irrigação. “Palmer sugeriu, então, que o termo ‘variedades de alta produtividade’ (VAP) fosse substituído por ‘variedades de alta resposta’ (VAR).”, pois são presentemente assim que estas variedades interagem com o meio proporcionado pelas tecnologias da Revolução Verde, ou seja, principalmente para os cereais, as VAR foram pensadas e desenvolvidas para resistência ao acamamento, baixa estatura de planta, colheita mecânica, ciclo curto e alta resposta ao nitrogênio sintético.

Já fazem alguns milênios que o arroz é melhorado geneticamente pelas culturas tradicionais, uma co-evolução entre plantas e cultura humana que deu origem às variedades tradicionais (variedades de alta produção, ou então, genitores ou ancestrais tradicionais). A seleção e combinação destas variedades tradicionais pelo melhoramento genético da Revolução Verde, originou o desempenho das VAR de arroz, com o objetivo de responder às tecnologias industriais de produção agrícola, como resposta aos interesses comerciais.

Considera-se que o melhoramento genético da Revolução Verde não foi a origem da alta resposta das VAR, apenas direcionou características de variedades tradicionais para necessidades de uma agricultura industrial, trazendo consigo o estreitamento da base genética e a já comentada redução de ganhos adicionais.

3 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA PRODUÇÃO INTEGRADA DE ARROZ ORGÂNICO

O presente capítulo procura trazer à tona os dilemas por que passa o sistema convencional de arroz irrigado em propriedades familiares com produção deste cereal em pequena escala. Espera-se que os princípios incorporados na abordagem das alternativas aos problemas colocados, possam ser aplicados com as devidas adaptações técnicas, para as várias situações socioeconômicas e contextos ecológicos por que passam esses agricultores no sul do Brasil, sendo que o enfoque aqui colocado é direcionado para a orizicultura catarinense, e de forma particular, para a região do Alto Vale do Itajaí/SC.

3.1 SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS DA ORIZICULTURA

3.1.1 Principais Características da Região do Alto Vale do Itajaí

A bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Açu, também denominada Vale do Itajaí, abrange 15 mil km² do Estado de Santa Catarina, compreendendo 52 municípios, com população aproximada de 800 mil habitantes (20% da população do Estado). A parte superior desta bacia hidrográfica é denominada Alto Vale do Itajaí, sendo composta por 28 municípios, com população de 240 mil habitantes, tendo sido ocupada a partir da segunda metade do século XIX por colonos alemães e italianos, e em menor proporção por poloneses e portugueses.

Os principais rios do Alto Vale do Itajaí são o Itajaí-Açu, formado pela junção dos rios Itajaí do Sul e Itajaí do Oeste, no município de Rio do Sul, o rio Itajaí do Norte, e o rio Trombudo, afluente do rio Itajaí do Oeste.

Na geologia da região, os rios Itajaí do Norte, Itajaí do Sul, Itajaí do Oeste, Trombudo e muitos de seus afluentes, têm seus cursos sobre sedimentos glácio-marinhos da Formação Rio do Sul, correspondentes a folhelhos, argilitos, ritmitos e diamictitos. “Nos municípios de Saleté, Pouso Redondo, Trombudo Central,

Agrolândia, Atalanta, Petrolândia e leste de Taió ocorrem depósitos das Formações Rio Bonito, Palermo, Irati e Serra Alta.” (SANTA CATARINA, 1994)

Os principais solos da região onde o arroz irrigado é cultivado, são os Cambissolos e os Gleissolos. Os primeiros não apresentam gradiente textural, a cerosidade é ausente, têm alta flocculação de argilas, os perfis são de médio a profundos, ocorrem altos teores de silte (textura argilo-siltosa), há abundância de material não intemperizado, e as propriedades químicas são determinadas principalmente pela rocha matriz. (UBERTI, 2002)

Nos Gleissolos com relevo plano e má drenagem, o lençol freático próximo da superfície inibe o desenvolvimento pedogenético, deixando o solo com sequência de horizontes incompleta (A – Cg). Pela mineralização da matéria orgânica, a camada superior do solo apresenta cores escuras, o horizonte Cg apresenta tonalidades de cinza devido a redução dos compostos de ferro. Estes solos são extremamente argilosos. Quando sob alagamento, a falta de oxigênio favorece microrganismos anaeróbicos que consomem compostos de ferro, alumínio e matéria orgânica. O pH eleva-se, e quando chega a 5,5 o alumínio precipita e os cátions adsorvidos entram em solução, caracterizando a autofertilização e proporcionando caráter eutrófico. (UBERTI, 2002)

A vegetação original era composta pela Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), com ocorrência de pequenas manchas de Floresta Ombrófila Mista Montana, em forma de encaves. Na região “...eram muito importantes: a canela-preta, a canela-sassafrás, o pau-óleo, o cedro, a peroba-vermelha, o louro e a garuva. Os guamirins e cambuís eram muito procurados para lenha e fabricação de carvão. A canela-sassafrás, além da madeira, era muito utilizada para destilar o óleo de sassafrás...” (SANTA CATARINA, 1994).

As principais culturas agrícolas no Alto Vale do Itajaí são o fumo, arroz irrigado, cebola, milho, mandioca, hortaliças e feijão.

3.1.2 Produção Convencional de Arroz

Para melhor localização do tema, neste trabalho considera-se **agricultura tradicional** a produção voltada basicamente para subsistência e segurança alimentar de populações locais, com venda dos excedentes, inserida na cultura com perpetuação através de muitas gerações. Em contraste, entende-se por **produção convencional** o cultivo agrícola com tecnologias e produtos industriais, onde os insumos modernos respondem pela base do sistema produtivo, sendo a produção destinada para mercados de massa.

O cultivo do arroz em monocultura num solo alagado, ou seja, mediante a irrigação por inundação em terras sistematizadas (niveladas), é o modelo que mais se destaca em termos mundiais, sendo igualmente o modelo adotado na maioria das lavouras do Brasil; para o caso brasileiro, a maior produção verifica-se em extensas áreas, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e Mato Grosso.

No Estado de Santa Catarina o cultivo de arroz irrigado é realizado tradicionalmente, em sua grande maioria, por descendentes de colonizadores italianos (THOMÉ et al., 1997). Diferenciando-se das demais regiões brasileiras, a orizicultura catarinense utiliza o sistema de cultivo com emprego de sementes pré-germinadas, com semeadura em solo inundado. No Estado, o arroz irrigado caracteriza-se como uma cultura típica de pequena propriedade rural, utilizando mão-de-obra familiar. Nestas condições, a orizicultura catarinense tem forte tendência para cultivo em lavouras (quadras) pequenas, com predomínio da agricultura familiar de pequeno porte, fato verificado por levantamento realizado pela EPAGRI na maioria dos municípios produtores de arroz irrigado, demonstrando-se que em grande parte das 9577 propriedades amostradas, a cultura do arroz é constituída por pequenas lavouras, onde a área média cultivada por propriedade é de 12,56 ha (EPAGRI, 1998b). Esta situação é verificada com mais intensidade nas regiões do Litoral Norte e Alto Vale do Itajaí, sendo que para esta última, a área média de cultivo por propriedade fica em torno de 8,0 ha (SILVA, 2001a).

Em todos os casos, a maior participação é de uma orizicultura dependente de insumos industriais e motomecanização, e principalmente, de variedades oriundas do melhoramento genético moderno, caracterizando assim a produção nos moldes da Revolução Verde.

Em termos de localização no estado de Santa Catarina, a orizicultura irrigada "...abrange a região litorânea, desde o município de Garuva, no Litoral Norte, até a divisa com o Rio Grande do Sul, ao longo do rio Mampituba. Na região do Extremo Sul Catarinense, o plantio se estende por toda a região de terras baixas até os limites dos contrafortes da Serra Geral e do Mar, adentrando ao longo dos vales dos rios, atingindo a região do Alto Vale do Rio Itajaí-Açu" (THOMÉ et al., 1997), sendo assim, no Estado a produção de arroz irrigado situa-se entre os paralelos 26° 00' a 29°30' de Latitude Sul, e os meridianos 48°30' a 50°00' de Longitude Oeste. As principais regiões catarinenses para produção de arroz irrigado são a faixa litorânea e o Vale do Itajaí (EPAGRI, 1996b).

Nos vales dos rios, a orizicultura irrigada catarinense é praticada em terras de várzeas, aproveitando a água destes cursos d'água, ou por vezes, água de nascentes. Nestas situações, dificilmente encontram-se lagoas para estocagem e posterior aproveitamento da água das chuvas, caso freqüente na orizicultura do Rio Grande do Sul. Nestas várzeas, muitas delas sujeitas a enchentes, tradicionalmente as lavouras são implantadas aproveitando a maior área possível, restando atualmente poucos remanescentes de mata ciliar (FOTOGRAFIA 2).

O consumo de água no arroz irrigado por inundação, é um dos mais elevados entre os cultivos que usam este limitado recurso natural. Na pesquisa realizada por EBERHARDT (1994), para as safras 1991/92 e 1992/93 na Estação Experimental de Itajaí/SC – EPAGRI, a média de consumo de água da irrigação para inundação contínua da lavoura com lâmina estática, foi de 515,6 mm ($5156 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) em 109,375 dias, ou seja, uma vazão contínua de $0,5456 \text{ litros} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$. Adicionado-se a este valor a precipitação média no período de cultivo, é obtido o consumo total de 861,9 mm. Para as condições do experimento, a chuva contribuiu com uma parcela significativa da necessidade total de água da cultura, denotando uma

condição privilegiada em relação à oferta natural deste recurso, o que também se verifica de forma semelhante na região do Alto Vale do Itajaí.

FOTOGRAFIA 2 – LAVOURAS CONVENCIONAIS DE ARROZ IRRIGADO EM VÁRZEA DE RIO NO MUNICÍPIO DE AGRONÔMICA, REGIÃO DO ALTO VALE DO ITAJAÍ/SC – 22 FEV 2002



FONTE: O autor.

É importante lembrar que em condições de lavoura conduzida pelos agricultores, o consumo de água normalmente é maior que o indicado pela pesquisa mencionada acima, basicamente devido às retiradas de água que antecede e posterior ao preparo do solo, e aquelas para aplicações de herbicidas. Nestas situações de lavoura, o consumo usual fica em torno de 1200-1800 mm (FERNANDES, 2001).

Além das já comentadas conseqüências ambientais gerais da industrialização da agricultura, o caso específico da produção orizícola tem contribuído com grande erosão dos solos, fato verificado no momento de esgotamento de água das quadras após o processo de preparo do solo. Além de argila em suspensão, são perdidos nutrientes provenientes das fertilizações químicas, contribuindo estes para o fenômeno da eutrofização nos cursos d'água. A produção de gás metano (CH₄) também é verificada neste sistema, pois a maioria da

produção é realizada sob irrigação por inundação. As aplicações de fertilizantes nitrogenados resultam em eliminação de óxido nitroso (N_2O), proveniente da atividade microbiana ocorrida no ambiente reduzido (alagado), sendo este gás um dos contribuintes do efeito estufa.

Apesar de se observar alguma preocupação ambiental no modelo convencional de produção, em essência sua lógica é no sentido contrário à biodiversidade, e procurando visualizar tendências para o setor de sementes, as perspectivas são para uma maior concentração, sendo que o arroz híbrido não tardará a dominar o cenário na orizicultura. “O Centro Nacional de Pesquisas de Arroz e Feijão da EMBRAPA, situado em Goiânia, conseguiu dominar a técnica de desenvolvimento de arroz híbrido, com uma capacidade produtiva até 40% superior à das variedades normais” (GIORDANO; SPERS, 1998). Em seu trabalho sobre cenários futuros para o arroz na América Latina, SANINT e GUTIÉRREZ (2001) comentando ZEIGLER, apontam para algumas possibilidades futuras no arroz geneticamente modificado (“transgênico”), como: maior capacidade fotossintética, melhor qualidade de amidos e introdução de resistência à doenças para aquelas que atualmente não ocorrem genes úteis dentro do genoma do arroz.

Além de toda polêmica e rejeição dos organismos geneticamente modificados (OGM's) verificada na sociedade, no caso da orizicultura, a tecnologia “casada” *Liberty Link*¹, destinada para controle do arroz vermelho (variedade espontânea de *Oryza sativa*), apresenta tecnicamente a seguinte possibilidade de insucesso: plantas da mesma espécie, arroz vermelho e branco, podem se cruzar, e neste caso o arroz branco geneticamente modificado fertilizando o arroz vermelho, a resistência ao glufosianato de amônia pode ser transferida à planta daninha, surgindo um arroz vermelho que não pode ser morto com o novo herbicida. Sementes de arroz vermelho resistente podem ser vendidas junto com sementes de arroz branco, espalhando a “superpraga” para outros arrozais. (ARROZPEC, 2002)

¹ *Liberty Link* é uma cultivar de arroz branco geneticamente modificada, resistente ao herbicida glufosianato de amônia (*Liberty*), através da transferência de um gene da bactéria do solo *Streptomyces higroscopicus* para esta cultivar.

Este é apenas um dos casos que demonstra a tendência da agricultura convencional de “isolar fatores”, ou seja, procura-se separar os componentes da produção (lavoura, animais de criação) em situações de isolamento de outros componentes biológicos do agroecossistema (outras plantas e animais). Os exemplos mais marcantes nesta lógica são os confinamentos de aves, suínos, etc e as monoculturas convencionais, que tendem a ter baixa biodiversidade associada, e portanto, poucas possibilidades de interações positivas entre os agentes biológicos do meio natural. Seguindo esta tendência, a necessidade de energia aumenta com a artificialização do meio produtivo, procurando se demonstrar isto a seguir.

Sobre o fluxo de energia em sistemas de produção de arroz, BAYLISS-SMITH (1984) em sua revisão de literatura, caracterizou três grupos quanto ao uso de insumos derivados de combustíveis fósseis: sistemas pré-industriais (aqueles com menos de 10% de seus insumos vindos de reservas de combustíveis fósseis), sistemas semi-industriais (de 10% a 94%) e total-industriais (95% ou mais). Pode-se considerar que na classificação apontada, encontra-se uma tendência em assumir que sistemas pré-industriais caracterizam-se como agricultura tradicional, sistemas semi-industriais como aqueles que adotam tecnologias da Revolução Verde em vários níveis, e sistemas total-industriais, como aqueles sob completa adoção dos pacotes tecnológicos da Revolução Verde.

Pela observação da TABELA 1, pode-se inferir que o aumento do uso de insumos fósseis, ou seja, o aumento de energias não renováveis (principalmente do petróleo) em sistemas para produção de arroz, e a crescente industrialização destes sistemas, leva por consequência à redução da mão-de-obra por cultivo e maior custo energético. As médias das proporções de saídas sobre entradas energéticas dos sistemas tabulados (total de rendimentos sobre total de insumos), para cada um dos grupos tecnológicos são: 13,71 para sistemas pré-industriais, 5,32 para semi-industriais, e 1,22 para total-industriais. Estas proporções informam quantas unidades energéticas são ganhas para cada unidade energética aplicada nos sistemas, e permitem concluir que com a crescente industrialização dos sistemas produtivos de arroz a eficiência energética diminui, levando ao inevitável subsídio de energia. Isto pode ser visualizado no GRÁFICO 1, onde crescentes entradas de

energia, não têm uma resposta linear em relação às saídas, ou então, a crescente aplicação de energia em sistemas cada vez mais industrializados, não tem uma resposta proporcional em retorno energético. Em contrapartida, em sistemas pré-industriais, "...quanto mais energia é gasta nestes sistemas, tanto mais é obtida deles em forma de alimento". BAYLISS-SMITH (1984)

Como proposta de desenvolvimento, o modelo da Revolução Verde concentrou-se na dimensão econômico-produtivista, e mantém muito forte esta característica, o que é percebido observando sua estrutura, ou seja, a produção agrícola convencional tem a montante as indústrias de insumos e motomecanização e a jusante as agroindústrias de alimentos e derivados, e os produtores, sendo pequenos como grandes, entre estes dois componentes do sistema.

A busca humana por um novo modelo de desenvolvimento, que seja sustentável, certamente deverá apresentar-se multidimensional. Na visão de MUSSOI (2001), este desenvolvimento:

...tem dimensões, mas ele é construído localmente, regionalmente... Dessa forma, você trabalha com as potencialidades locais, com o conhecimento local, com maior autonomia técnica, econômica, organizativa... As dimensões estão ali, estão sendo dadas, mas temos que ter atenção ao social, ao econômico, ao cultural, nós temos que ter atenção ao ambiental... As concepções de desenvolvimento, chamadas de "desenvolvimento", as primeiras trataram muito do crescimento econômico, crescer a produção e a produtividade... você vê que há uma evolução nas concepções de desenvolvimento, da questão puramente econômica até a incorporação da questão ambiental, passando pela incorporação do social como conceitos.

Entende-se que a busca pela sustentabilidade no desenvolvimento, incorpora o enfoque de "qualidade", principalmente nas relações entre suas várias dimensões.

Os dados estatísticos a seguir, confirmam que o enfoque que o sistema convencional tem por padrão, é a "quantidade", e as perspectivas para a orizicultura que serão comentadas, pretendem demonstrar a dificuldade de superação de problemas em que se encontram os orizicultores familiares de pequeno porte, quando da adoção do modelo convencional de produção.

TABELA 1 – SISTEMAS DE CULTIVO DE ARROZ PRÉ-INDUSTRIAL, SEMI-INDUSTRIAL E TOTAL-INDUSTRIAL EM RELAÇÃO ÀS ENERGIAS DE ENTRADA E SAÍDA – 1938/1979⁽¹⁾⁽²⁾

L o c a l	Tecnologia (número de cultivos) ⁽³⁾	Insumo de combustível fóssil (%)	Trabalho por cultivo (dias)	Trabalho como proporção total de insumo (%)	Total de insumos (entrada) ⁽⁴⁾ (GJ.ha ⁻¹ . ano ⁻¹)	Total de rendimentos (saída) ⁽⁴⁾ (GJ.ha ⁻¹ . ano ⁻¹)
<i>Pré-industrial</i>						
a.	Floresta sem cultivo (0,1) ⁽⁵⁾	2	208	44	0,30	2,4
b.	Pântano sem cultivo (0,2) ⁽⁶⁾	2	271	51	0,63	5,7
c.	Pasto sem cultivo (0,15)	2	170	39	0,42	3,8
d.	Pasto sem cultivo (0,55)	3	144	35	1,44	9,9
e.	Floresta sem cultivo (0,1) ⁽⁷⁾	3	148	36	0,27	3,1
f.	Arroz e feijão irrigados (2,0)	3	882	70	8,04	166,9
g.	Arroz e feijão irrigados (2,0)	2	1.293	78	10,66	163,3
h.	Arroz e feijão irrigados (2,0)	4	426	53	5,12	149,3
<i>Semi-industrial</i>						
i.	Irrigado (1,0)	23	309	46	3,33	23,8
j.	Irrigado (1,3)	74	317	16	16,73	80,0
k.	Estação seca, irrigado (1,0) ⁽⁸⁾	86	102	5,3	12,37	39,9
l.	Estação chuvosa (1,0) ⁽⁷⁾	89	102	4,1	16,01	51,6
m.	Irrigado por chuva (1,0) ⁽⁷⁾	90	216	5,2	30,04	73,7
n.	Arroz irrigado e verduras (1,0) ⁽⁹⁾	83	566	12	31,27	64,8
o.	Irrigado por chuva (1,0)	93	72	13	3,61	25,0
p.	Irrigado por chuva (1,0)	33	92	16	5,48	52,9
q.	Irrigado por chuva (1,0)	80	84	11	6,90	52,9
r.	Irrigado por chuva (1,0)	86	68	7	8,72	52,9
<i>Total-industrial</i>						
s.	Irrigado (1,0)	95	12,6	0,20	45,90	53,7
t.	Irrigado (1,0)	95	3,8	0,02	70,20	88,2
u.	Irrigado (1,0) ⁽⁸⁾	95	3,0	0,04	45,90	80,5
v.	Irrigado (1,0) ⁽⁸⁾	95	3,7	0,04	52,50	58,6
w.	Irrigado (1,0) ⁽⁸⁾	95	3,1	0,04	48,00	50,8
x.	Irrigado (1,0) ⁽⁸⁾	95	3,9	0,05	53,80	55,4
y.	Irrigado (1,0) ⁽⁸⁾	95	3,1	0,04	55,10	64,7

FONTE: BAYLISS-SMITH, T. P. Energy flows and agrarian change in Karnataka: the Green Revolution at micro-scale. In: BAYLISS-SMITH, T. P.; WANMALI, S. (Ed.) **Understanding Green Revolutions: agrarian change and development planning in South Asia**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984. p. 166-168.

NOTA: Locais conforme a fonte citada: **a.** Dayak, Sarawak (1951); **b.** Dayak, Sarawak (1951); **c.** Kilombero, Tanzania (1967); **d.** Kilombero, Tanzania (1967); **e.** Iban, Sarawak (1951); **f.** Luts'un, Yunnan (1938); **g.** Yits'un, Yunnan (1938); **h.** Yits'un, Yunnan (1938); **i.** Mandya, Karnataka (1955); **j.** Mandya, Karnataka (1975); **k.** Filipinas (1972); **l.** Filipinas (1972); **m.** Japão (1963); **n.** Hong Kong (1971); **o.** Filipinas (1965); **p.** Filipinas (1979); **q.** Filipinas (1979); **r.** Filipinas (1979); **s.** Suriname (1972); **t.** EUA (1974); **u.** Sacramento, Califórnia (1977); **v.** Grand Prairie, Arkansas (1977); **w.** Sudoeste de Louisiana (1977); **x.** Delta do Mississipi (1977); **y.** Costa do Golfo do Texas (1977)

(1) Os insumos e rendimentos são calculados em ha.ano⁻¹.

(2) Rendimentos de arroz, exceto outros indicados, e insumos de sementes de arroz, são convertidos completamente a taxa de 1 kg = 15,1 MJ.

(3) Números em parênteses indicam a proporção de cada hectare cultivado por ano a longo prazo.

(4) Os insumos e rendimentos são calculados por hectare a longo prazo.

(5) Freqüência de cultura retida uma vez em dez anos.

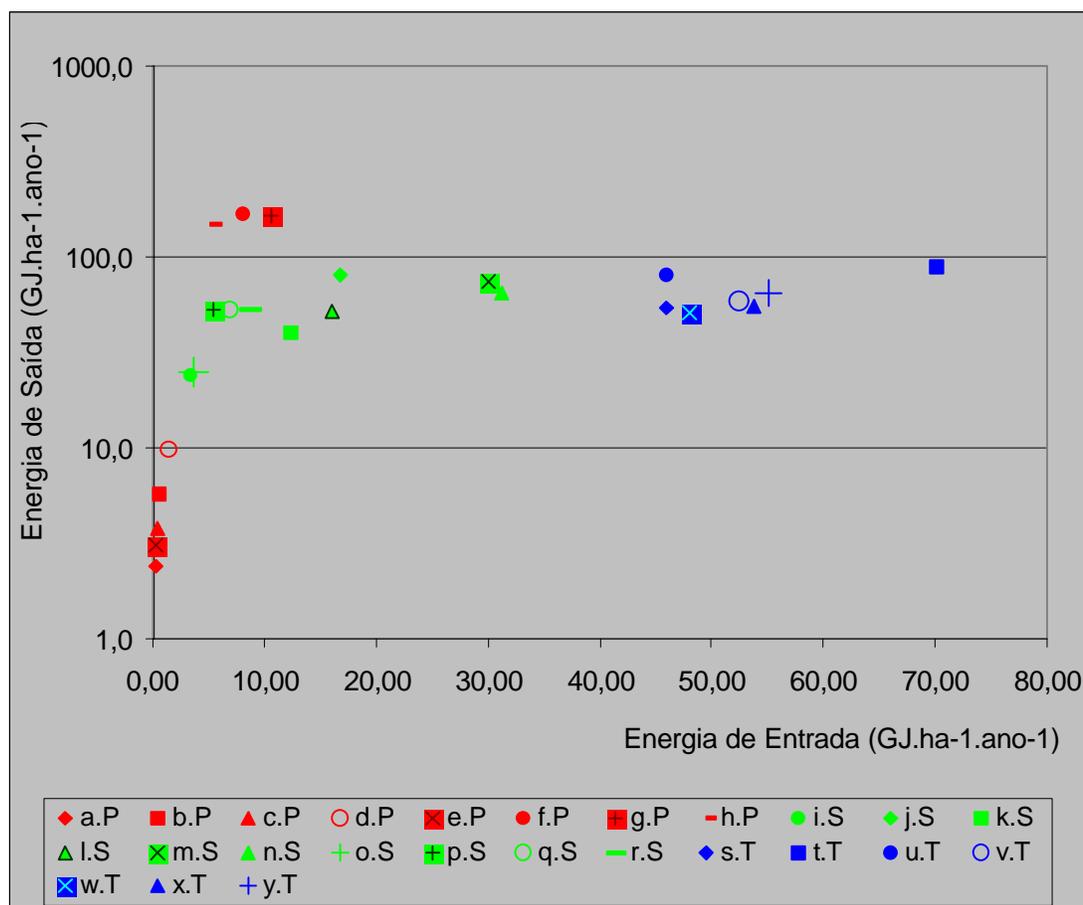
(6) Freqüência de cultura alterada uma vez em cinco anos.

(7) Compreendendo cultivo uma vez em dez anos.

(8) Com insumos de trabalho convertidos (recalculados) para 0,8 MJ = 1 hora.

(9) O arroz (3 t.ha⁻¹) é cerca de 31% do total de rendimento.

GRÁFICO 1 – ENERGIAS DE ENTRADA E SAÍDA PARA SISTEMAS DE CULTIVO DE ARROZ PRÉ-INDUSTRIAL, SEMI-INDUSTRIAL E TOTAL-INDUSTRIAL – 1938/1979



FORNE DOS DADOS: Ver TABELA 1.

NOTAS: As letras minúsculas na legenda representam os locais, referente a fonte mencionada, onde as tecnologias de produção de arroz são desenvolvidas, conforme segue: **a.** Dayak, Sarawak (1951); **b.** Dayak, Sarawak (1951); **c.** Kilombero, Tanzania (1967); **d.** Kilombero, Tanzania (1967); **e.** Iban, Sarawak (1951); **f.** Luts'un, Yunnan (1938); **g.** Yits'un, Yunnan (1938); **h.** Yits'un, Yunnan (1938); **i.** Mandya, Karnataka (1955); **j.** Mandya, Karnataka (1975); **k.** Filipinas (1972); **l.** Filipinas (1972); **m.** Japão (1963); **n.** Hong Kong (1971); **o.** Filipinas (1965); **p.** Filipinas (1979); **q.** Filipinas (1979); **r.** Filipinas (1979); **s.** Suriname (1972); **t.** EUA (1974); **u.** Sacramento, Califórnia (1977); **v.** Grand Prairie, Arkansas (1977); **w.** Sudoeste de Louisiana (1977); **x.** Delta do Mississipi (1977); **y.** Costa do Golfo do Texas (1977).

As letras maiúsculas P, S e T, representam sistemas de cultivo de arroz pré-industrial, semi-industrial e total-industrial, respectivamente.

3.1.3 Estatísticas da Produção de Arroz em Vários Níveis de Abrangência

Através de dados coletados por SILVA (2001b), na base de dados FAOSTAT, verifica-se que as médias mundiais de produção, área colhida e produtividade de arroz, para o período de 1998-2000, situam-se respectivamente em 595,139 milhões de toneladas, 154,077 milhões de hectares, e 3862,3 kg.ha⁻¹. No Brasil, a média de arroz colhido para o mesmo período ficou em 10,222 milhões de toneladas, 1,72% do total mundial, e a área colhida e produtividades brasileiras ficaram em 2,29% e 74,48% do total mundial, respectivamente. A baixa produtividade brasileira observada nos plantios de arroz de sequeiro, explica em parte, a proporção de dois terços da produtividade brasileira em relação a mundial.

Os estados do Rio Grande do Sul (RS), Mato Grosso (MT) e Santa Catarina (SC), apresentam as maiores participações relativas em relação a produção nacional de arroz, ou seja, contribuíram com as maiores proporções em relação a produção brasileira de arroz no ano 2000. O incremento destes estados nesta participação relativa para o período de 1991 até 2000, foi respectivamente de 7,09%, 12,05% e 1,42%. O aumento significativo na participação relativa do estado do MT (de 4,90 para 16,95%), deve-se a mais que duplicação da área colhida (aumento de 130,13%) e também ao aumento de produtividade. O aumento em Santa Catarina deve-se basicamente ao significativo incremento na produtividade (28,50%), em comparação ao pequeno aumento na participação da área colhida, 3,85% (SILVA, 2001b).

Entre os anos de 1991 a 1999, o consumo *per capita* brasileiro de arroz diminuiu 6,15%, atingindo 71,7 kg.habitante⁻¹.ano⁻¹ no final deste período. Este cereal no Brasil caracteriza-se por produto de consumo interno. As exportações de arroz em casca para o mesmo período citado anteriormente, representaram em média 0,09% em relação à produção nacional, e as importações, 12,16%. O consumo brasileiro praticamente não se alterou no período acima, ficando na média de 11,534 milhões de toneladas (SILVA, 2001b).

Em Santa Catarina na safra agrícola 1995/96, o arroz irrigado representou 93,7% do arroz produzido (THOMÉ et al., 1997). Pela análise da TABELA 2, pode-se verificar que no ano 2000, o Estado participou com 3,68% da área colhida no Brasil, representando o equivalente a 7,12% da produção nacional, ocupando, no ranking brasileiro, a terceira posição. A produtividade por área do arroz catarinense está entre as maiores do mundo, ficando em 5894,2 kg.ha⁻¹ no ano 2000, superando a média brasileira em 2852,8 kg.ha⁻¹ no mesmo ano. Com produtividade ainda mais acentuada, a microrregião de Rio do Sul, caracterizada neste trabalho como a Região do Alto Vale do Itajaí, apresenta pico de produtividade de 17500 kg.ha⁻¹ (ALTO VALE, 2002).

Com uma produção de 84,689 mil toneladas de arroz em 2001, a Região do Alto Vale do Itajaí participou com 9,56% da produção catarinense do cereal, 8,05% da área colhida, e 18,83% acima da média de produtividade do Estado (SILVA, 2001b).

TABELA 2 – PRODUÇÃO, ÁREA COLHIDA E PRODUTIVIDADE DE ARROZ EM CASCA EM VÁRIOS NÍVEIS DE ABRANGÊNCIA – 1991, 1995 E 2000

ABRANGÊNCIA	PRODUÇÃO (ton. x 1000)			ÁREA COLHIDA (ha x 1000)			PRODUTIVIDADE (kg.ha ⁻¹)		
	1991	1995	2000	1991	1995	2000	1991	1995	2000
Mundo	518 574	547 101	598 851	146 659	149 446	153 766	3 535,9	3 660,8	3 894,6
China	185 692	187 297	190 168	33 018	31 107	30 503	5 623,8	6 021,0	6 234,4
Brasil	9 488	11 226	11 168	4 121	4 373	3 672	2 302,0	2 566,8	3 041,4
Austrália	787	1 015	1 400	89	119	145	8 850,2	8 544,1	9 655,2
RS ⁽¹⁾	3 809	5 038	4 874	804	989	945	4 737,6	5 094,8	5 158,7
MT ⁽²⁾	466	762	1 749	303	417	698	1 534,7	1 827,8	2 504,3
SC ⁽³⁾	597	708	795	130	154	135	4 586,9	4 609,7	5 894,2
MRG1 ⁽⁴⁾	-	-	245,204	-	-	42,270	-	-	5 800,9
MRG2 ⁽⁵⁾	-	-	78,142	-	-	10,613	-	-	7 362,9

FONTE: Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina (ICEPA/SC)

NOTA: Dados do ICEPA/SC foram fornecidos por Cesar A. Freyesleben Silva.

(1) Rio Grande do Sul

(2) Mato Grosso

(3) Santa Catarina

(4) Microrregião de Araranguá-SC (Sul do Estado)

(5) Microrregião de Rio do Sul-SC (Alto Vale do Itajaí)

No Valor Bruto da Produção (VBP) dos principais produtos da agropecuária catarinense, o arroz ocupa a terceira posição entre os produtos vegetais, superado apenas pelo milho e fumo, sendo que a média dos anos de 1998-2000 para o arroz

neste indicador, ficou em R\$ 207,027 milhões. Para o período de 1994-2000, a média de participação do arroz no VBP Total do Estado ficou em 4,65% (ICEPA/SC, 2002b).

3.1.4 Perspectivas Para a Produção Orizícola

Pretende-se com a análise a seguir, caracterizar o comércio mundial de arroz, as principais dificuldades por que passa o setor orizícola brasileiro e catarinense, e apontar alternativas para a minimização ou superação da crise na pequena produção orizícola familiar.

Em termos de comércio internacional, o arroz pode ser considerado um produto *commodity* e sujeito a grandes oscilações de preços. Seu mercado mundial é pequeno, aproximadamente 5% do total produzido, mas encontra-se em expansão. No período de 1993 até 1998, o comércio mundial cresceu 56%, passando de 14,9 para 23,3 milhões de toneladas. Contribuíram para isso os acordos agrícolas da Organização Mundial do Comércio (OMC) e quebras de safras em importantes países consumidores da Ásia. Em resposta, as cotações internacionais de arroz sofreram considerável alta (MOREIRA; MANDUCA, 1999). Existem evidências de que esta tendência continue, pois segundo IRRRI citado em SANINT (1997), é estimado que para o ano 2025, serão necessárias 400 milhões de toneladas adicionais de arroz, um aumento de 70% sobre a produção atual, representando isto uma estimativa de expressivo aumento no consumo mundial.

Os principais exportadores mundiais de arroz são a Tailândia e o Vietnã, na Ásia, seguidos pelos Estados Unidos, na América, que vem aumentando sua produção interna (MOREIRA; MANDUCA, 1999). Considera-se que os EUA tenha interesse pelo crescente mercado externo, sendo um dos sinais para isto a aprovação da liberação de forte subsídio pelos próximos seis anos para a produção de arroz (TABELA 3), e considerando que o consumo *per capita* de arroz nos EUA é baixo, assume-se que a concorrência externa no setor orizícola brasileiro tenderá a aumentar devido às exportações daquele país.

TABELA 3 – SUBSÍDIO AOS PRODUTORES NORTE-AMERICANOS NAS CULTURAS DE ARROZ, SOJA, TRIGO E MILHO PELOS PRÓXIMOS SEIS ANOS – 2002

	ARROZ	SOJA	TRIGO	MILHO
Preço médio pago aos produtores no mercado mundial (US\$.ton de grão ⁻¹) ⁽¹⁾	108	163	100	78
Preço a ser pago aos fazendeiros americanos (US\$.ton de grão ⁻¹) ⁽¹⁾	231	213	143	103
Subsídio (US\$)	123	50	43	25

FONTE: JANK, M. Plantar assim fica fácil. **Veja**, ano 35, n. 19, p. 28, 15 maio 2002.

(1) Preços referentes à média paga aos produtores nos anos de 2000 e 2001

Durante sua introdução no Brasil e por um bom tempo posterior, o arroz (*Oryza sativa*) apresentava como característica principal de cultivo, o fato de relacionar-se a abertura de fronteira agrícola, ou seja, era cultivado como cultura pioneira após o desmatamento, e também em áreas “frágeis” como cerrados (savanas) e margens de bosques. No entanto, a partir das 3 últimas décadas, o arroz passou a ser cultivado em sua maioria em áreas de terras baixas, mais férteis e com água abundante. Passou então a caracterizar-se como uma cultura de mercado, um produto básico da economia e da nutrição popular. Atualmente o arroz representa uma cultura com um sistema agroalimentar próprio, possuindo uma rede de atores como indústrias, instituições financeiras, organismos público e privados, abrangendo assim desde a pesquisa, produção, transformação (beneficiamento) e distribuição.

Até fins da década de 80, o mercado brasileiro de arroz era pouco influenciado pelo comércio mundial, mas a partir de então, a comercialização do produto no Brasil começou a sofrer mudanças expressivas, devido basicamente a dois fatores: a redução drástica dos recursos públicos para o financiamento da Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM), e a abertura da economia nacional, permitindo ampliar as importações. (MOREIRA; MANDUCA, 1999)

Desde o início dos anos 90, o Sistema Agroindustrial (SAG) brasileiro do arroz, vem passando por transformações intensas, advindas da abertura econômica e a queda das barreiras tarifárias para os produtos do MERCOSUL. Nesta situação podem ser destacados alguns problemas de competitividade deste SAG, tais como: importações crescentes de arroz, principalmente do Uruguai e Argentina; iminente

concorrência com arroz norte-americano, através do advento da ALCA; endividamento de produtores, principalmente da região sul; altos custos fixos da orizicultura brasileira; limitação dos recursos hídricos; e, diminuição do consumo *per capita* de arroz. Seguindo estes e outros fatos, GIORDANO e SPERS (1998) traçam um cenário para o SAG brasileiro do arroz, observando-se este no QUADRO 3.

QUADRO 3 – CENÁRIO PARA O SISTEMA AGROINDUSTRIAL BRASILEIRO DO ARROZ – 1998

PRODUÇÃO DE ARROZ	BENEFICIAMENTO/ INDUSTRIALIZAÇÃO	DISTRIBUIÇÃO/ CONSUMO
Situação em 1998		
<ul style="list-style-type: none"> • Endividamento • Altos custos fixos • Arroz de sequeiro (baixa qualidade) • Distorções com os países do Mercosul 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa diferenciação • Classificação baseada em atributos extrínsecos (grãos quebrados) 	<ul style="list-style-type: none"> • Queda no consumo <i>per capita</i>
Cenário Para Daqui a 10 Anos (2008)		
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento das pesquisas com implantação da LPC⁽¹⁾; • Rotação de culturas • Concentração da produção no arroz irrigado • Competição acirrada dos países membros da ALCA⁽²⁾ (EUA principalmente) 	<ul style="list-style-type: none"> • Diversificação (novos produtos) • Modernização e concentração das indústrias (EDI⁽³⁾/ECR⁽⁴⁾) • Crescimento da classificação em atributos intrínsecos (qualidade, orgânico, origem, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Concentração da venda em supermercados (EDI/ECR) • Manutenção do consumo <i>per capita</i> nos níveis de 1998 • Alta utilização de marcas próprias de supermercados e empresas • Efeito gradação (migração para outros produtos)

FONTE: GIORDANO, S. R.; SPERS, E. E. **Sistema agroindustrial do arroz.doc**. IPEA. São Paulo, jul. 1998. Arquivo (419 kB). Microsoft Word 97.

(1) Lei de Proteção de Cultivares

(2) Área de Livre Comércio das Américas

(3) Electronic Data Interchange (Intercâmbio Eletrônico de Dados)

(4) Efficient Consumer Response (Resposta Eficiente do Consumidor)

Procurando se enquadrar nas novas tendências de *commodity*, GIORDANO e SPERS (1998) comentam que no mercado brasileiro “uma política no sentido de incentivar a criação de um mercado futuro (...), é interessante, e várias entidades como a FEARROZ já propuseram modelos de contratos futuros para este produto.”

Em Santa Catarina, o parque industrial instalado tem capacidade para absorver anualmente cerca de 1,35 milhões de toneladas, superando em muito a produção estadual, o que leva os industriais a valerem-se de importações para suprir

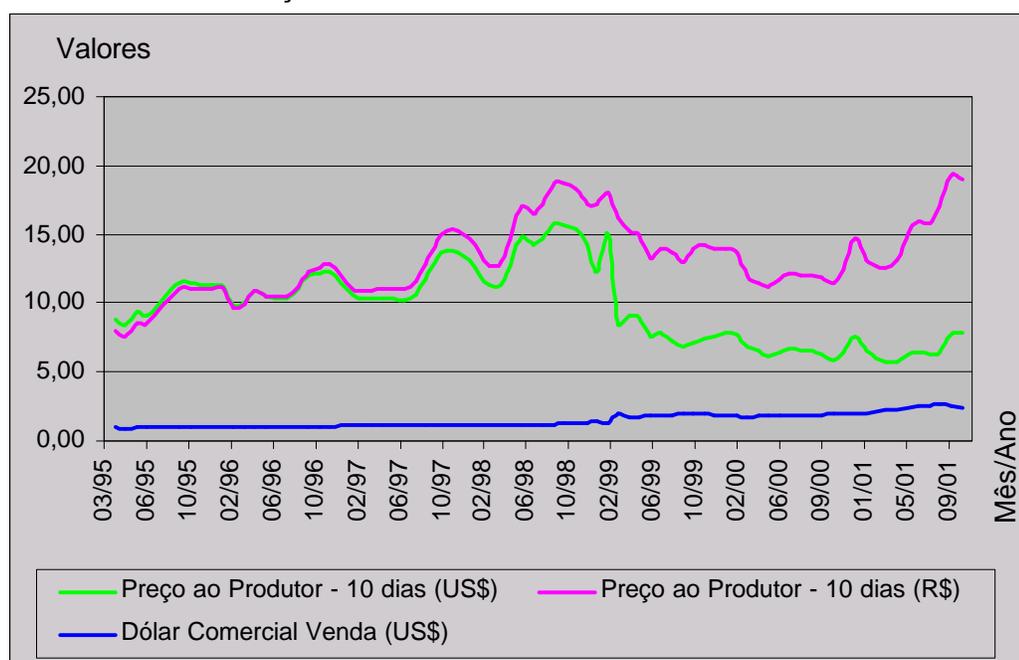
parte do déficit de grãos. O principal produto originário das indústrias catarinenses é o arroz parboilizado (EPAGRI, 1998b). A tendência para o setor de agroindústrias catarinenses do arroz é sua concentração, proveniente da forte concorrência da indústria processadora de grande porte, composta em geral por empresas multinacionais (Uncle Ben's, Knorr, Maggi, etc.) e nacionais (Arisco, Josapar, Camil, Éffem) que fazem a transformação do produto *in natura* em um produto industrializado, pré-processado e categorizado como alimento de conveniência.

Comentando sobre o livre comércio internacional, ICEPA/SC (2002a), aponta que “a globalização está, na prática, levando à oligopolização da economia, contribuindo para a ampliação do fosso entre ricos e pobres, no seio de países e entre países, inviabilizando a agricultura familiar nas nações que abriram indiscriminadamente suas fronteiras sem definir políticas agrícolas consistentes com a realidade socioeconômica destes produtores.” Esta é a situação do Brasil que abriu seu mercado de forma muito rápida e dos produtores familiares catarinenses, que sofrem as conseqüências de repentina competição internacional, principalmente o caso dos orizicultores familiares de pequeno porte.

Em seu texto *A Agricultura Recente e Futura*, BRITO e ALTMANN (1999) enfatizam a necessidade de reorientar a agricultura familiar catarinense para a realidade de mercados livres globalizados. Comentam os impactos negativos da industrialização da agricultura em Santa Catarina, e a situação sócio-econômica rural, onde, “...entre 1991 e 1998 os produtores catarinenses aumentaram a produtividade de suas lavouras (33% no milho, 71% na soja, 85% no trigo e 17% no arroz-irrigado, para citar apenas algumas) e reduziram seus custos de produção em 14%. Mas não conseguiram aumentar suas rendas.” Consideram ainda que “a estrutura fundiária em Santa Catarina não é favorável à produção de *commodities* em larga escala, ainda mais que os preços destas e das matérias-primas agrícolas, segundo projeções do U.S. Department of Agriculture (USDA) e do Banco Mundial, tendem a manter-se estáveis ou em queda (1% ao ano) até o ano 2010, do que se pode inferir que dificilmente os agricultores conseguirão sobreviver cultivando 4 ou 6 hectares de milho, soja ou feijão.”

No caso do arroz irrigado catarinense, a tendência apontada anteriormente é verificada pela diminuição da cotação em dólar, conforme se observa no GRÁFICO 2. Destaca-se ainda que na praça do sul do Estado (fonte de dados do gráfico citado), historicamente o arroz tem cotação em reais mais elevada que para as outras regiões, e o custo de produção tem sido menor, desta forma amplifica-se este fenômeno para as outras regiões catarinenses.

GRÁFICO 2 - PREÇOS DE ARROZ IRRIGADO EM CASCA (sc 50kg) EM R\$ E US\$ NA PRAÇA SUL CATARINENSE – ABR 1995 – NOV 2001



FONTE: ICEPA/SC. **Sistema de acompanhamento de mercado agrícola.xls**. Florianópolis, dez. 2001. Arquivo (26 kB). Microsoft Excel 97.

NOTA: Dados trabalhados pelo autor.

Conforme dados de ICEPA/SC (2002a), em Santa Catarina no período de 1985 até 1996, o número de produtores de arroz diminuiu de 93 mil para 49,5 mil. Aliando-se a isto, existem tendências de que o crescimento no consumo brasileiro de arroz para a próxima década deverá ser pouco expressivo, o aumento da produção no Centro-Oeste do País com arroz de qualidade e produzido com custos mais competitivos se confirme cada vez mais, e as importações da Argentina e Uruguai permaneçam ou mesmo aumentem. Considera-se que assim como há tendência de concentração das agroindústrias do arroz, o setor de produção sofrerá igualmente uma crescente concentração. Nesta perspectiva o arroz deverá ser cada vez mais

plantado em larga escala. Os produtores inadimplentes ou impossibilitados de continuar no setor, deverão descontinuar suas atividades, ficando aqueles mais capacitados técnica e financeiramente, sendo que a oferta de recursos naturais como terra e água será um fator a mais na competitividade dos produtores.

A conjuntura apontada anteriormente é mais crítica para os agricultores familiares com pequena produção, pois a tendência de perpetuação na atividade pela estratégia de produção em escala, fica mais difícil de ser atingida por este segmento. São basicamente nulos o poder de influência e determinação de preços no mercado por parte destes orizicultores familiares. A produção de escala em grandes áreas e as importações de arroz pelo Governo e pelas agroindústrias beneficiadoras (engenhos), tem reduzido os ganhos unitários na orizicultura, sendo que os produtores para permanecerem no setor, são forçados a aumentar a área de cultivo, os rendimentos (produtividade), ou ambos.

Para ALTMANN (2001), o que é uma dificuldade, pode ser uma oportunidade, desde que a atividade da pequena produção seja direcionada para uma agricultura de produtos de qualidade, de especiarias ou de produtos de alto valor agregado, ou seja, uma agricultura de especialização. Nesta direção, ALTMANN enumera algumas estratégias de agregação de renda, na visão multifuncional da agricultura, conforme consta no QUADRO 4.

QUADRO 4 – ALGUMAS ESTRATÉGIAS DE AGREGAÇÃO DE RENDA PARA A AGRICULTURA FAMILIAR NA VISÃO MULTIFUNCIONAL DA AGRICULTURA – 2001

DIFERENCIAR O PRODUTO	VALORIZAR O TERRITÓRIO	PROMOVER O AGROTURISMO
Alimentos de qualidade superior	Preservar os recursos naturais	Valorizar a cultura regional
Certificação de qualidade e origem	Produtos identificados com o território	“Vender” paisagem e lazer
Alimentos orgânicos		

FONTE: ALTMANN, R. **Estratégias de agregação de renda da agricultura familiar.ppt**. ICEPA/SC. Florianópolis, jul. 2001. Arquivo (454 kB). Microsoft PowerPoint 97. Palestra proferida no Curso Internacional sobre Desenvolvimento Rural, Agricultura Familiar e Integração Econômica.

Concorda-se com o autor anteriormente citado, quanto à necessidade de uma diferenciação de produto na agricultura familiar, objetivando assim maior possibilidade de agregação de renda. No entanto, no caso do arroz irrigado

proveniente da pequena produção nos moldes da agricultura industrial, uma transição e conseqüente diferenciação pela produção orgânica, pode resultar em uma “orizicultura orgânica industrial”, ou seja, na simples troca de insumos convencionais por insumos orgânicos (cama-de-aviário, esterco pastoso de suínos, produtos a base de *Metarrizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, extrato pirolenhoso, óleo de nim, entre outros), a base da produção continua dependente de insumos não gerados na propriedade, encarecendo a produção, além de desestimular a diversificação e biodiversidade de culturas, mantendo assim o padrão de monocultura industrial.

Considera-se que para um primeiro momento, o modelo de orizicultura orgânica em monocultura industrial, sirva para um estágio inicial de uma agricultura orgânica mais complexa, onde os fatores de produção sejam gerados primordialmente na propriedade, ou nas propriedades orgânicas adjacentes e/ou próximas (considerando o caso de trocas ou intercâmbios), formando um sistema de propriedades cada qual com sua “orizicultura orgânica integrada” e com baixo uso de insumos industriais.

Na seqüência serão desenvolvidas as considerações em direção a uma orizicultura orgânica integrada.

3.2 PRODUÇÃO ORGÂNICA DE ARROZ IRRIGADO

3.2.1 Diversos Conceitos Sobre Agricultura Orgânica

Uma agricultura praticada como sendo “orgânica”, pode ser entendida de várias formas, não havendo um consenso quanto a uma definição única.

Segundo SCOFIELD (1986), o movimento orgânico atual cresceu das influentes publicações de Howard (1940), Balfour (1943) e Rodale (1945). No entanto, o termo “orgânico”, e a expressão “agricultura orgânica”, foram usadas pela primeira vez por Lord Northbourne em seu clássico *Look to the Land* (Olhar para a Terra) (1940), onde possui uma visão “...da fazenda como uma unidade sustentável,

ecologicamente estável, auto-suficiente, biologicamente completa e balanceada – um viver dinâmico todo orgânico (*a dynamic living organic whole*)”, e ainda, “...a fazenda por si mesma tem que ter uma perfeição (inteireza, integralidade) biológica; deve ser uma entidade viva, deve ser uma unidade que tem dentro de si mesma uma vida orgânica balanceada (equilibrada)”. Acreditava ainda que “...a característica principal de real agricultura é que ela é um modo de vida em vez de um negócio, e é inevitavelmente o modo de vida de tudo, não só desses imediatamente empenhados nisto.”

Lord Northbourne acreditava que uma fertilidade real somente poderia ser construída gradualmente, sob um sistema apropriado para as condições de cada fazenda em particular, sobre períodos longos. Afirmava que fertilidade não é um fenômeno estático, é um processo vivo de mudança e troca, uma “mudança dinâmica”. É a única defesa sã contra doenças, porque doença é um sintoma de um estado de desequilíbrio. Nesta direção, a construção de uma unidade viva coerente, seria totalmente incompatível com mudanças freqüentes de sistema e com especialização. Northbourne afirmava que a agricultura mista é a real agricultura, e que a ‘agricultura’ especializada seria qualquer outra coisa, tendo que depender de fertilidade importada, e assim, não poderia ser auto-suficiente nem um todo orgânico. A adoção de uma verdadeira agricultura mista seria o primeiro passo para a perfeição da fazenda individual, e depois disto da zona rural em todos seus aspectos, como um todo orgânico saudável, rendendo verdadeiro lucro em lugar de apenas um lucro financeiro. O próximo passo seria a conservação adequada, preparação, e retorno ao solo de toda matéria orgânica. Em relação à variedade de sistemas de agricultura, Lord Northbourne, apregoava a adaptação para condições locais, tendo como princípio de funcionamento a maior diversificação possível. (SCOFIELD, 1986).

Percebe-se que Lord Northbourne caracterizava “orgânico” e “agricultura orgânica” com a visão holista da realidade, visão esta presente em muitos, se não em todos os primeiros autores e defensores de métodos alternativos de agricultura.

Considerando agricultura orgânica como uma proposta alternativa aos métodos convencionais quimistas e industrializados de agricultura, ou seja, uma das vertentes dos “movimentos rebeldes”, o pesquisador Sir Albert Howard é conhecido como o “pai da agricultura orgânica”. Howard dirigiu no início do século XX em Indore, na Índia, um instituto de pesquisas de plantas. Publicou em 1940 o clássico *An agricultural testament* (Um testamento agrícola), onde enfatiza a importância da utilização da matéria orgânica nos processos produtivos, e considera que “...o solo não deve ser entendido apenas como um conjunto de substâncias, (...) pois nele ocorre uma série de processos vivos e dinâmicos essenciais à saúde das plantas.” (EHLERS, 1999)

As crescentes conseqüências ambientais negativas do modelo industrial de agricultura, manifestadas a partir da segunda metade do século XX e incorporadas principalmente nos discursos das organizações ambientalistas, motivaram respostas por parte da sociedade civil e governos. Neste sentido, PASCHOAL (1994), comenta que o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) em 1980, produziu um relatório com recomendações sobre agricultura orgânica, onde esta é definida como sendo:

“...um sistema de produção que evita ou exclui amplamente o uso de fertilizantes, agrotóxicos, reguladores de crescimento e aditivos de rações animais, elaborados sinteticamente. Tanto quanto possível, os sistemas agrícolas orgânicos dependem de rotações de culturas, de restos de culturas, esterco animal, de leguminosas, de adubos verdes e de resíduos orgânicos de fora das fazendas, bem como de cultivo mecânico, rochas e minerais e aspectos de controle biológico de pragas e patógenos, para manter a produtividade e a estrutura do solo, fornecer nutrientes para as plantas e controlar insetos, ervas invasoras e outros organismos daninhos.”

Considera-se no entanto, que para uma visão mais abrangente envolvida na expressão “agricultura orgânica”, é fundamental atentar para as palavras da *International Federation of Organic Agriculture Movements* (IFOAM), entidade não governamental que apesar de ser uma federação de agricultura orgânica, reúne associações de todos os modelos alternativos ou não convencionais de agricultura. Para IFOAM (2001), a agricultura orgânica:

“...inclui todos os sistemas agrícolas que promovem a produção correta de alimento e fibras. Estes sistemas consideram a fertilidade do solo local como a chave para a produção bem

sucedida. Respeitar a capacidade natural das plantas, animais e da paisagem, visa otimizar a qualidade em todos os aspectos da agricultura e do ambiente. A agricultura orgânica reduz dramaticamente os insumos externos, abstendo-se do uso de fertilizantes químico-sintéticos, pesticidas (praguicidas), e remédios. Ao invés, ela permite as poderosas leis da natureza aumentarem os rendimentos agrícolas e a resistência à doenças. A agricultura orgânica segue os princípios globais aceitáveis, que são implementados dentro do ambiente sócio-econômico local, geoclimático e cultural. Como uma consequência lógica, a IFOAM enfatiza e auxilia o desenvolvimento de sistemas auto-sustentáveis em nível local e regional.”

No ANEXO 1 encontram-se os princípios da produção e processamento de produtos orgânicos da IFOAM, transparecendo uma preocupação pela criação de sistemas mais sustentáveis de produção.

O presente trabalho corrobora a posição não sectária da IFOAM, e assim, procura dar subsídios para uma visão ampliada de agricultura orgânica, uma agricultura de “retorno de matéria orgânica”, preocupada com as questões ambientais, econômicas e sociais, onde os produtos gerados destinam-se para mercados ou situações de venda diferenciadas, sendo comercializados com possibilidade de rastreabilidade mediante processos de certificação.

3.2.2 A Produção e o Mercado de Produtos Orgânicos

Durante as últimas décadas, os agricultores orgânicos desenvolveram métodos e processos agrícolas baseados na interação dinâmica entre solo, plantas, animais, pessoas, ecossistema e meio-ambiente. Sistemas assim construídos são voltados para o melhoramento dos ciclos de vida natural ao invés de destruírem a natureza, e baseiam-se praticamente nos recursos domésticos disponíveis. Estes agricultores assim fazendo, “...conseguiram provar para o mundo que seu sistema é diferente dos demais sistemas agrícolas e, acima de tudo, é competitivo e capaz de fornecer produtos agrícolas de boa qualidade...” IFOAM (1998).

Em termos de expansão, a agricultura orgânica teve um grande impulso na última década; neste período o mercado orgânico teve um crescimento superior a 20% ao ano, principalmente no setor de frutas e vegetais. Em 2000, o mercado mundial de produtos orgânicos movimentou em torno de US\$ 20 bilhões. Conforme a Fundação de Ecologia e Agricultura (Stiftung Ökologie & Landbau – SÖL), citada

em OLTRAMARI (2001), “...cerca de 15,8 milhões de hectares são manejados organicamente no mundo. Atualmente, a maior parte dessa área está localizada na Austrália (7,6 milhões de hectares), Argentina (3 milhões de hectares) e Itália (1 milhão de hectares). Na Oceania, encontra-se aproximadamente 50% da área orgânica do mundo, seguida pela Europa (23,6%) e a América Latina (20%).”

No Brasil, o crescimento do mercado orgânico para os anos de 1998 a 2000, verificou-se de forma mais intensa que a média mundial; no início da década de 1990 vinha aumentando cerca de 10% ao ano, chegando próximo a 50% ao ano para o triênio mencionado (DAROLT, 2000a).

De forma semelhante ao conceito adotado pela IFOAM, na União Européia a expressão “agricultura biológica” é usada para referir-se às vias alternativas de produção, que se enquadram no modo de produção definido pelo regulamento (CEE) número 2092/91 e suas alterações e ampliações, incluindo-se aí a agricultura orgânica. Segundo consta em *A agricultura biológica – Guia da regulamentação comunitária*, este tipo de agricultura possui potencial para progredir dos atuais 2% da superfície da agricultura européia, para 5% a 10%, em média, até 2005. Desconsiderando os efeitos da regulamentação e as medidas comunitárias de apoio financeiro tomadas a favor das práticas agrícolas favoráveis ao ambiente, “...esta evolução parece resultar, em especial, de um aumento do interesse dos consumidores e dos produtores por uma agricultura particularmente respeitadora do ambiente”, ou seja, um contexto favorável ao desenvolvimento de formas alternativas de produção agropecuária, motivada basicamente pela vontade expressa dos consumidores de obter produtos sãos e mais compatíveis com o ambiente (LE GUILLOU; SCHARPÉ, 2001).

No caso da Europa, desde o início dos anos noventa, um novo tipo de consumidor ingressou no mercado orgânico. Os “novos consumidores” (que estão próximos da média sociológica para a população total), são compradores mais ocasionais e não tem as mesmas percepções dos produtos e da agricultura orgânica, visto que são socialmente menos conscientes, em relação aos antigos consumidores. Estes novo perfil representa atualmente a metade dos consumidores

orgânicos. Acompanhando esta nova tendência, na Europa os supermercados suprem hoje de 35 a 40% da demanda de produtos orgânicos. (SYLVANDER, 1999)

Segundo DAROLT (2001), os consumidores de produtos do mercado orgânico tem uma tendência de privilegiar, em ordem decrescente, aspectos relacionados com a **saúde** e sua ligação com os alimentos, o **meio ambiente** e o **sabor** dos alimentos orgânicos, tanto no exterior como no Brasil. Este autor confirma os dados referentes ao interesse dos consumidores europeus por produtos ligados a uma maior proteção da saúde e meio ambiente, certamente influenciados com as recentes polêmicas dos alimentos geneticamente modificados e o mal da “vaca louca”.

Com a intenção de melhor conhecer o mercado orgânico no Brasil, foi realizada por DAROLT (2000b) uma pesquisa na região metropolitana de Curitiba, na qual foi verificado que 62,7% dos consumidores consideram o preço dos produtos orgânicos mais elevados em relação aos convencionais. Esta pesquisa mostrou que o preço final ao consumidor costuma variar conforme o local de compra e o tipo de produto adquirido, verificando-se que “...quando a venda é realizada de forma direta, como no caso das feiras verdes, não existe grande diferença entre o preço do produto orgânico e do convencional, sobretudo quando se trata de hortaliças de folhas.” No entanto, para vendas de produtos orgânicos realizadas em supermercados, “...os preços são em média 30% mais caros, podendo chegar a diferenças superiores a 100%, em produtos como o tomate e a batata.”

Os produtos orgânicos por serem diferenciados, passam por um processo de certificação, que segundo NASSAR, citado em SOUZA e ALCÂNTARA (2000), “...é a definição de atributos de um produto, processo ou serviço e a garantia de que eles se enquadram em normas pré-definidas.” Já para INÁCIO (1999), seguindo conceitos de RUNDGREN, pode-se definir a certificação como um sistema pelo qual a conformidade de produtos, serviços ou processos, referente aos padrões adotados por produtores e processadores, é determinada e confirmada por uma terceira parte (a certificadora). Nesta perspectiva, a certificação é um instrumento de mercado, habilitando os agentes envolvidos em determinada cadeia produtiva a operar num

mercado específico, onde o uso de selo ou marca de entidade certificadora, "...tem a função de informar ao consumidor que a produção e/ou os produtos passaram por um processo de certificação...", sendo assim, "...o selo não é uma forma de garantia da conformidade dada pelo corpo de certificação, mas antes dada pelo fornecedor do produto". INÁCIO (1999) argumenta ainda que o termo "orgânico", em sua essência, se refere à propriedades agrícolas, métodos de processamento ou produtos do sistema orgânico, sendo que a qualidade "orgânica" como tal, não pode ser verificada através de análises laboratoriais, porém em alguns casos, estas análises podem detectar desconformidades.

Na produção orgânica, a certificação é a forma de controle da procedência dos produtos e da sua diferenciação na forma produtiva em relação à agricultura convencional.

Em suas *Normas Básicas para a Produção e Processamento de Alimentos Orgânicos*, a IFOAM (1998) estabelece a base de normas para que os programas de certificação mundiais desenvolvam suas próprias normas regionais e nacionais, sendo que estas deverão levar em conta as condições locais e conter mais detalhes que as normas da federação. Nas normas da IFOAM são contemplados os seguintes tópicos: princípios da produção e processamento orgânicos (ver ANEXO 1), engenharia genética, produção agrícola e animal em geral, produção agrícola, pecuária, produção aquícola, processamento e manipulação de alimentos, processamento de produtos têxteis, rotulagem e justiça social. Observa-se com isto que o setor de agricultura orgânica está inserido na produção e processamento de alimentos (vegetais e animais) e fibras, preocupando-se com as questões de credibilidade e da justiça e direitos sociais.

O processamento orgânico procura manter as qualidades vitais dos alimentos, com uma combinação de redução do processo de refinação, tecnologias poupadoras de energia e uso reduzido de aditivos e auxiliares dos processos de transformação.

Casos de produção de arroz orgânico no Brasil, já existiam antes da safra 1997/98, como por exemplo o orizicultor Engenheiro Agrônomo João Batista A.

Volkman (Sentinela do Sul/RS - Fazenda Capão Alto das Criúvas); no entanto, a partir da safra supra citada, a inserção de arroz orgânico no mercado brasileiro através do SAG do arroz, deu-se de forma pioneira pela Alimentos Nardelli Ltda., empresa sediada em Rio do Oeste/SC, na região do Alto Vale do Itajaí. Para o período dos anos agrícolas compreendidos de 1997/98 até 2001/02, a região do Alto Vale do Itajaí produziu em média em 17 propriedades, 274,20 toneladas anuais de arroz orgânico, numa produtividade média anual de $5.147,4 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, sendo este arroz comercializado predominantemente em grandes redes de supermercados do Rio de Janeiro e São Paulo. Um fato interessante que vem acontecendo com o arroz orgânico neste pontos de venda, é a redução cronológica do preço, que de 1998 até 2002 sofreu uma redução de R\$ $0,40\cdot\text{kg}^{-1}$, ou seja, em cinco anos apesar da inflação, a redução no preço para o consumidor final, foi de R\$ $2,90\cdot\text{kg}^{-1}$ para R\$ $2,50\cdot\text{kg}^{-1}$ (FERREIRA, 2002).

Atualmente em Santa Catarina, a região do litoral sul também vem se destacando na produção de arroz orgânico. Segundo dados de INÁCIO (2002), esta região produziu em média nas duas últimas safras (2000/01 e 2001/02), 504,38 toneladas anuais em 17,5 propriedades, com produtividade de $4.481,5 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$.

As produções apontadas ainda são insignificantes em relação a todo o SAG do arroz, mas indicam a real possibilidade de comercialização de arroz orgânico num mercado competitivo, tornando-se uma alternativa para produtores e indústrias (engenhos) catarinenses. Ainda que lentamente, a tendência é de crescimento neste segmento do SAG do arroz. Muitas dificuldades ainda precisam ser superadas, tanto na produção como comercialização, sendo que para a produção familiar de pequeno porte de arroz orgânico, a produção integrada pode representar um nova tendência, onde a diferenciação, e conseqüente valorização da produção, se dá com mais dimensões além da “produção limpa”, ou seja, incorporando-se valores ambientais, sociais e econômicos, o que evidentemente para ter significado, precisa contar com o trabalho conjunto de todos os agentes que compõe o SAG do arroz orgânico, necessitando-se atenção especial para o papel dos consumidores como motivadores fundamentais deste segmento.

3.2.3 Produção Integrada Para o Modelo Orgânico de Arroz Irrigado

A agricultura tradicional e as tecnologias que a caracterizam, são inter-relacionadas, e fazem parte das comunidades onde são praticadas. Há uma dependência entre as tecnologias de produção que utilizam e transformam os recursos biológicos e a conservação da biodiversidade, ou seja, as tecnologias ou sistemas tecnológicos fazem a ligação entre os recursos da natureza e as necessidades humanas.

Nos sistemas agrícolas tradicionais, altas produtividades vinculam-se com uma alta diversidade, baseando-se estes sistemas em consorciações e rotações no cultivo de cereais, leguminosas, oleaginosas, olerícolas, espécies florestais para fornecimento de energia e madeira, com diversas variedades de cada cultura, e ainda uso de animais para consumo, tração e fornecimento de subprodutos para vestimenta. Nestes sistemas encontram-se exemplos que podem nos conduzir na busca de critérios para uma agricultura mais sustentável, ou, na criação de agroecossistemas que caminhem para modelos de agricultura mais respeitosa ao meio ambiente.

Um exemplo interessante de integração agrícola é encontrado no sul da China, onde um sistema de diques, canais coletando água de rios e açudes (quadras) perduram por séculos. Antes de serem enchidos com água dos rios ou da chuva, os açudes:

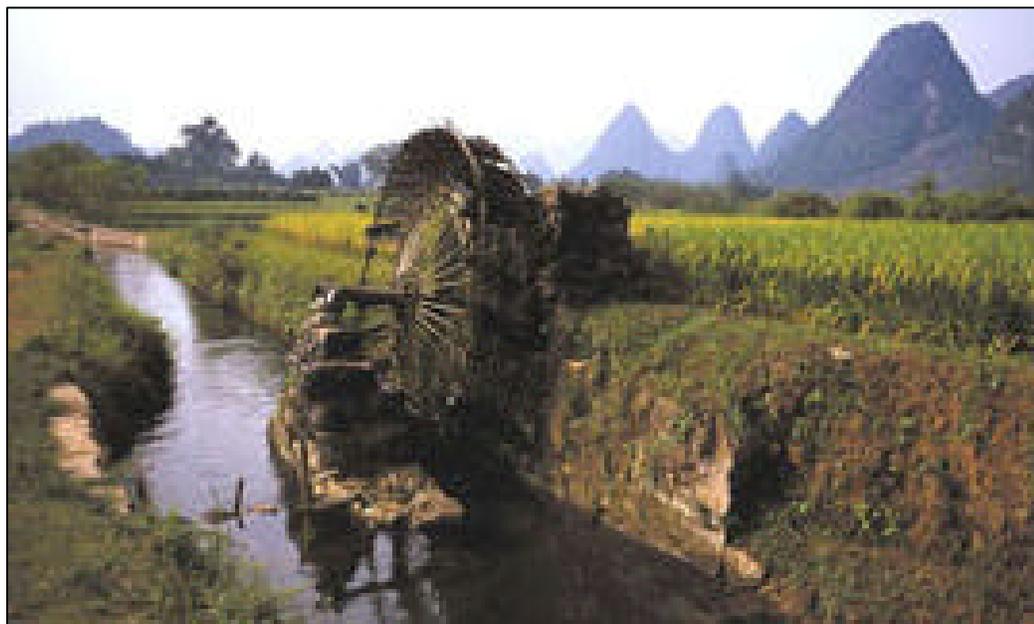
“...são preparados para a criação de peixes, sendo limpos, saneados e fertilizados com insumos locais como calcário, torta de sementes de chá e esterco. Dentre os tipos de peixes colocados nesses açudes, há várias espécies de carpas, que são utilizadas para consumo e para venda. Nos diques, plantam-se amoreiras, fertilizadas com a lama dos açudes, e irrigadas manualmente com sua água, que é rica em nutrientes. As folhas das amoreiras são usadas para alimentar o bicho-da-seda e os galhos são usados como suportes para as hortaliças trepadeiras e também como lenha. Os bichos-da-seda são criados em estufas, para a produção de fios de seda. Os excrementos desses insetos, misturados aos restos das folhas das amoreiras, são usados como alimento para os peixes. A cana-de-açúcar plantada nos diques fornece açúcar. As folhas novas são usadas na alimentação dos peixes e dos porcos e as velhas são usadas para sombrear plantas cultivadas, cobrir habitações, ou ainda como combustível. (...) Capim e hortaliças também são plantados nos diques para fornecer alimento para os peixes e para a família. Criam-se porcos, principalmente para obter esterco, mas também por causa da carne. Eles são alimentados com brotos de cana, com subprodutos do refinamento do açúcar, com plantas aquáticas e com outros resíduos

vegetais. Suas fezes e urina, bem como os excrementos humanos e os resíduos domésticos, constituem os principais insumos orgânicos colocados nos açudes de piscicultura (RUDDLE e ZHONG comentados em REIJNTJES; HAVERKORT; WATERS-BAYER, 1994).

As FOTOGRAFIAS 3, 4 e 5 procuram ilustrar o uso dos recursos naturais com tecnologia local adaptada, integrando o uso da biodiversidade em sistemas tradicionais para produção alimentar.

Agroecossistemas com alto grau de diversidade, ou seja, aqueles que abrangem muitos nichos ecológicos diferentes, sendo cada um ocupado por muitas espécies, serão provavelmente mais estáveis do que aqueles compostos por uma monocultura, resultando em maior segurança para a família de agricultores. Levando isto em conta, e considerando que as condições para a agricultura, as necessidades e as oportunidades da pequena produção familiar estão sempre em transformação, “...os agricultores precisam realizar continuamente as escolhas para compor o melhor conjunto e arranjo de recursos genéticos no espaço e no tempo” (REIJNTJES; HAVERKORT; WATERS-BAYER, 1994).

FOTOGRAFIA 3 – IRRIGAÇÃO DE LAVOURA DE ARROZ COM RODA D'ÁGUA ARTESANAL NA CHINA – 2000



FONTE: KENDRICK, R. **Water**. Guilin, China. Disponível em: <<http://www.irri.org/pubcat2000/irri2001/posters>> Acesso em: 18 dez. 2001.

FOTOGRAFIA 4 – AGRICULTURA TRADICIONAL BIODIVERSA EM PATAMARES – 2000



FONTE: HETTEL, G. **Biodiversity**. Tashigang Dzongkhag, Bhutan. Disponível em: <<http://www.irri.org/pubcat2000/irri2001/posters>> Acesso em: 18 dez. 2001.

FOTOGRAFIA 5 – VÁRIOS ESTÁGIOS DE AMADURECIMENTO DO ARROZ, FILIPINAS – 2000



FONTE: JAVELLANA, A. **Soil**. Bicol, Philippines. Disponível em: <<http://www.irri.org/pubcat2000/irri2001/posters>> Acesso em: 18 dez. 2001.

É fundamental considerar que o simples enriquecimento em biodiversidade numa propriedade agrícola, ou um enriquecimento não planejado desta biodiversidade, não leva necessariamente à estabilidade, podendo até causar instabilidade e prejuízos, pois pode haver ou serem acentuadas, a competição entre culturas agrícolas, animais domésticos e árvores por mão-de-obra, nutrientes ou água, ou ainda, antagonismos entre as espécies produtivas e/ou espontâneas. É preciso pois trabalhar em direção à diversidade funcional, ou seja, em direção à **produção integrada**, com o objetivo de aprimorar a estabilidade e produtividade do sistema agrícola, mediante a combinação de espécies vegetais e animais de forma que:

- a) tenham características complementares, o que se dá quando os componentes da unidade agrícola realizam diferentes funções (produtivas, reprodutivas, de proteção, sociais,...) e quando preenchem diferentes nichos ecológicos, espaciais, econômicos ou organizacionais. São exemplos os casos onde os componentes aproveitam e são direcionados para: diferentes camadas do solo, graus de absorção de nutrientes, intensidades de luz, níveis de umidade do ar, graus de umidade do solo, solos de diferentes qualidades, biomassa não diretamente utilizável pelos humanos, diferentes tipos de mão-de-obra, mercados, diferentes necessidades da família; e
- b) estejam envolvidas em interações sinérgicas positivas, verificando-se isto quando os componentes do sistema de produção agrícola cumprem a sua função primária e levam a uma melhoria das condições aos outros componentes, mediante, por exemplo: produção de microclimas favoráveis, uso de efeitos alelopáticos, plantios consorciados, produção de medicamentos por fitoterapia, uso de repelentes de origem vegetal, fixação de nitrogênio ou da simbiose com micorrizas, produção de fitomassa para cobertura morta ou alimentação animal, tração animal, etc. (REIJNTJES; HAVERKORT; WATERS-BAYER, 1994)

Salienta-se que na produção integrada, para que o agroecossistema possa funcionar de forma produtiva, a densidade e alocação de culturas e animais deve ser organizada de forma que todos elementos do sistema possam interagir, de forma que a exploração mais completa possível da diversidade de funções de seus componentes, possa resultar em complexidade e integração. Assim, apresenta-se o desafio maior: descobrir qual a melhor combinação de plantas, animais e insumos que pode levar à maior produtividade, segurança e conservação de recursos, considerando as sempre presentes limitações de terra, trabalho e capital.

FUKUOKA (1995) não concordando com a agricultura moderna, enfatiza que tem trazido destruição e perda da fertilidade do solo porque fragmenta as plantações em muitas categorias e usos diferentes e faz crescer cada uma isoladamente, geralmente em monoculturas extensivas. Propõe então que numa "...agricultura natural completa [orgânica no presente trabalho], fruteiras, vegetais, grãos e outras plantações devem ser todas iniciadas e desenvolvidas em uma combinação orgânica e mutuamente favorável. Mais especificamente, um esquema de rotação de plantação confiável deve ser estabelecido de maneira a tornar possível fazer uso essencialmente permanente da terra enquanto se mantém a fertilidade do solo."

Pode-se argumentar que sistemas como o anteriormente proposto, onde a integração de elementos tem uma importância fundamental, também tendem para a complexificação, e inversamente, sistemas de agricultura extensiva, tendem para a simplificação, e, levando em consideração a característica da orizicultura catarinense de propriedades familiares com produção em pequena escala, considera-se que sistemas mais complexos podem ser mais facilmente manejados por uma família rural com ajudantes sazonais, possibilitando produções altas devido a integração e intensificação do uso dos elementos produtivos.

No entanto, isto não acontece de maneira espontânea ou aleatória, percebendo-se isto na pesquisa que DAROLT (2000a) realizou na região metropolitana de Curitiba, onde analisou a dimensão ecológica nas propriedades agrícolas orgânicas, verificando que em relação aos aspectos ecológicos internos do sistema:

...apesar de as unidades serem diversificadas, existe uma deficiência generalizada na integração das atividades. Isso significa que não está havendo um aproveitamento adequado e trocas entre as atividades de lavoura, pecuária e floresta. Diante disso, a dependência por recursos externos é maior, o que dificulta o equilíbrio dos fatores econômicos em função do aumento de custo com insumos. As unidades que apresentam maior dificuldade no processo de conversão são aquelas que apresentam os recursos naturais mais degradados, pouca diversificação e falta de integração das atividades.

Constatações como esta reforçam a importância de visualizar a produção integrada nas propriedades orgânicas como um fator a ser melhorado, pois do contrário, o potencial possível de ser usado, encontrado na maior biodiversidade da produção orgânica, estará sendo subutilizado.

Entende-se que na produção orgânica integrada, a orizicultura familiar de pequeno porte, pode encontrar uma das vias possíveis de sua perpetuação como modelo de produção, inserida no contexto atual de consideração das externalidades ambientais e sociais para uma produção mais sustentável. Pensando na contribuição para esta proposta, a seguir serão discutidas as principais alternativas tecnológicas nesta direção.

3.3 RIZIPISCICULTURA

Dentre as tecnologias voltadas para a produção de arroz irrigado em Santa Catarina, a rizipiscicultura (cultivo conjunto de arroz e peixes), é usada em poucas áreas no sistema convencional e em maior escala no sistema orgânico, e dentro das tecnologias integradas para produção de arroz orgânico, considera-se que apresenta um bom potencial como tecnologia para a transição de lavouras convencionais para orgânicas, pois no Estado, os quadros de arroz são permanentes, suas áreas não são extensas, a produção de alevinos (peixes pequenos ou a forma juvenil dos peixes) já é realizada como atividade normal em várias regiões, e cada vez mais Santa Catarina é reconhecido como Estado produtor de peixes de água doce, o que confere tradição no ramo atraindo compradores e empresas do ramo piscícola. Segundo SOUZA FILHO (2001), o valor bruto da produção (VBP) da aquicultura catarinense em 2000 ficou em R\$ 36,9 milhões, e neste total, a piscicultura de águas interiores somou R\$ 24,1 milhões. Em proporção, as atividades aquícolas

correspondem 0,78% do total do VBP dos principais produtos da agropecuária catarinense. Nestes termos, a “piscicultura com o maior VBP das atividades aquícolas, vem seguida pelas culturas do mel, da uva e do trigo.” Seguindo a tendência verificada nos últimos anos, “...as atividades aquícolas logo figurarão nos primeiros lugares do *ranking* dos VBP dos principais produtos da agropecuária catarinense.”

3.3.1 Conceitos, Origem e Objetivos

Conforme consta respectivamente em PEDROSO (1989) e em POSSAMAI RIBEIRO (2001), a rizipiscicultura “...é a associação de peixes com a cultura do arroz irrigado.”, e também pode ser definida “...como o cultivo de arroz irrigado por inundação, consorciado com o peixe, em sistema considerado semi-intensivo, num uso racional do solo e da água.”

Segundo consta no *Guia prático da criação de peixes* editado por CODEVASF [198?], a piscicultura semi-intensiva e intensiva é a criação de peixes em que, com menor ou maior intensidade, “...se dispensam cuidados ao viveiro (reservatório para criação), com a adubação da água e a seleção, a alimentação e o crescimento do peixe”, sendo que algumas de suas características são: a produção do pescado é feita visando lucros; o nível da água é controlado, evitando o seu escape; é feita a fertilização da água com (...) adubo orgânico (esterco de animais); a estocagem (a “semeadura” das quadras com alevinos, também conhecida por povoamento), é feita com alevinos de espécies selecionadas e com grandes quantidades por área; quanto mais intensiva for a criação, maior importância terá o alimento artificial (ração, restos de comida, vegetais cortados para arrazoamento) a ser dado aos peixes; e em qualquer um dos dois tipos de piscicultura, deve haver disponibilidade de água para todo o período de cultivo, sendo que, quanto melhor for sua condição físico-química (pH, oxigênio, temperatura, etc), melhores serão os resultados da criação.

Para BOLL, ROCZANSKI e SILVEIRA (1998), a rizipiscicultura consiste de uma técnica complementar à cultura do arroz irrigado, ou seja, o arroz é o produto

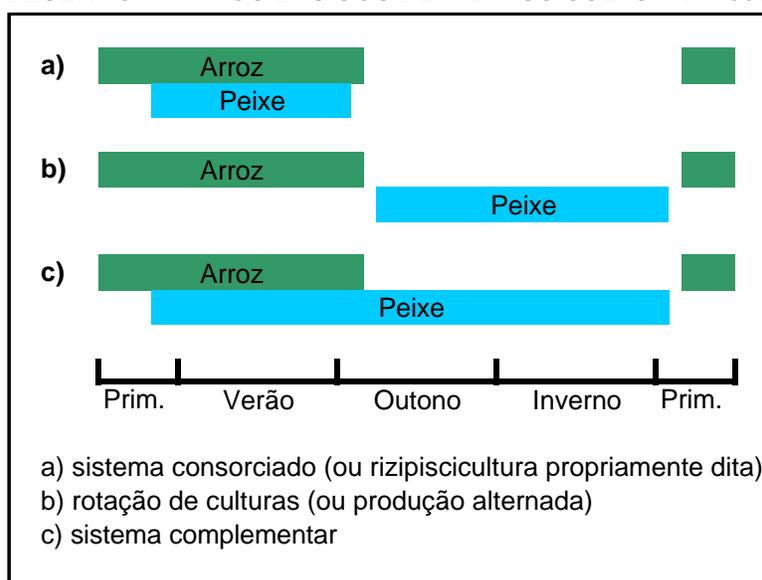
principal da rizipiscicultura, enquanto que a produção de peixes é atividade complementar. Pode-se incluir também na rizipiscicultura o cultivo de crustáceos (camarões) ou anfíbios (rãs), consorciados com o arroz.

Podem ser caracterizados três tipos básicos de rizipiscicultura (ver DESENHO 1):

- a) sistema consorciado (ou rizipiscicultura propriamente dita), aqui, arroz e peixes habitam de forma concomitante o mesmo espaço. Há um duplo aproveitamento da área de cultivo, onde o arroz é favorecido pelo controle de plantas indesejáveis e a sanidade da lavoura arrozeira é beneficiada pelo controle de moluscos e insetos prejudiciais. Em relação aos peixes, há um período curto de crescimento, e as condições do meio são mais severas no que diz respeito à temperatura e oxigenação, e relativamente favoráveis no que se refere à nutrição; e
- b) rotação de culturas (ou produção alternada), onde o mesmo espaço (quadros ou tabuleiros) é aproveitado para a produção vegetal e animal, porém em épocas diferentes. Neste caso são permitidos cuidados mais adequados em cada um dos cultivos. Normalmente, durante um ano, é empregado um cultivo de arroz e um de peixes, mas conforme a região e o clima, podem ser feitas várias combinações em um ou dois anos de cultivo;
- c) sistema complementar, que é a combinação dos sistemas “a)” e “b)” descritos anteriormente. “Os peixes são estocados nos quadros após a semeadura do arroz, e ali permanecem até o final do período de entressafra”. (BOLL; ROCZANSKI; SILVEIRA, 1998)

A rizipiscicultura complementar é bastante usada na produção de arroz orgânico no sul catarinense, principalmente nos municípios de Turvo, Meleiro, Ermo, Jacinto Machado e Timbé do Sul, em ordem decrescente de área com produção orgânica (POSSAMAI RIBEIRO, 2001 e INÁCIO, 2002).

DESENHO 1 – TIPOS BÁSICOS DE RIZIPISCICULTURA - 1998



Tradicionalmente, a rizipiscicultura é usada na China, Sudeste Asiático e na Índia, mas foi na China onde esta técnica teve sua origem, devido às necessidades de alimento e renda dos camponeses. Em relação ao cultivo convencional, a rizipiscicultura apresenta a vantagem de aumentar a produtividade do arroz e diminuir a incidência de pragas. (POSSAMAI RIBEIRO, 2001 e SATO; CASTAGNOLLI, 2001).

Segundo HONGXI (1995), na China durante os anos cinqüenta, a tradição de cultivar arroz e peixes desenvolveu-se substancialmente, porém foi apenas por volta de 1988 que a rizipiscicultura desenvolveu-se rapidamente, sendo neste ano colhidos 800 mil hectares neste sistema, com um rendimento médio de 133 kg de peixes por hectare. Em algumas áreas, agricultores colheram 15 mil kg de arroz e 1500 kg de peixe por hectare, resultando num aumento considerável de renda.

De acordo com EPAGRI et al. (1998), os objetivos da rizipiscicultura são: “reduzir os despejos de defensivos agrícolas no meio ambiente; otimizar o uso do solo e da água no período de entressafra da cultura do arroz; reduzir custos de produção na cultura do arroz irrigado; produzir proteína animal (peixes) nas arrozais; proporcionar fonte de renda aos produtores rurais; e, melhorar a qualidade da água e vida da população...”

Considera-se que para a produção orgânica de arroz irrigado, os principais objetivos técnicos da rizipiscicultura são: a melhoria da fertilidade do solo via fertilização direta (adubação orgânica) e indireta (excrementos dos peixes), e a redução e mesmo controle de plantas espontâneas (“inços”) e insetos “praga”.

3.3.2 Aspectos Práticos Para a Implantação e Operação da Rizipiscicultura

3.3.2.1 Observações gerais

De acordo com o Eng.º Agrônomo Sérgio Silveira (EPAGRI-Turvo/SC), citado em POSSAMAI RIBEIRO (2001), para se alcançar um bom resultado na rizipiscicultura, devem ser respeitadas as condições particulares de cada propriedade, observando-se:

- a) fornecimento de água de boa qualidade, em quantidade igual ou maior à usada na orizicultura, de preferência por gravidade para evitar o bombeamento;
- b) evitar áreas muito planas, o que poderá acarretar represamento em propriedades vizinhas por ocasião da elevação da lâmina d’água após a colheita do arroz;
- c) o nível do fundo do refúgio (abrigo dos peixes) (FOTOGRAFIA 6) deve ser superior aos canais de drenagem, possibilitando assim a drenagem no momento da despesca (retirada ou “colheita” dos peixes);
- d) ter um solo adequado para o plantio do arroz, isto é, evitar solos arenosos e orgânicos e áreas sujeitas às cheias;
- e) usar variedades de arroz resistentes ao acamamento; e
- f) os alevinos devem ser oriundos de laboratórios idôneos.

FOTOGRAFIA 6 – LAVOURA DE RIZIPISCICULTURA COM REFÚGIO, AGROLÂNDIA/SC – 22 MAR 2002



FONTE: O autor.

NOTA: Propriedade agrícola do Sr. Gerhard Sievers.

Em sua pesquisa de campo junto aos orizicultores de Turvo/SC, POSSAMA RIBEIRO (2001), verificou quatro aspectos a serem considerados na implantação da técnica da rizipiscicultura, sendo igualmente as principais dificuldades alegadas na atividade:

a) a água:

sua boa qualidade é de fundamental importância, sendo sempre preferível que venha de fontes diretas (nascentes, barragens, água comunitária), e quando de terceiros, não pode vir contaminada por agrotóxicos e/ou poluentes persistentes. Também é necessária uma boa vazão, "...pois a rizipiscicultura necessita do dobro ou mais de água." Áreas sujeitas às cheias não são indicadas;

b) o solo:

deve haver uma boa compactação (formação de camada impermeabilizante no subsolo) nas quadras, pois com a formação de lodo pelos peixes podem ocorrer atoleiros, o que dificulta a colheita, que em

muitos caso é realizada com lâmina d'água nos quadros (10-15 cm), na presença dos peixes;

c) predadores:

como *garça*, *biguá*, *martim-pescador*, *morcego*, *cobra-d'água*, etc, que podem provocar redução de 50% até 90% no número de peixes, principalmente alevinos. Para amenizar a predação, é recomendada a presença de pessoas próximo às quadras de rizipiscicultura ou a instalação deste sistema em quadras próximas às residências, colocação de espantalhos, uso de foguetes de três tiros, colocação de redes sobre os refúgios, e povoamento com alevinos maiores; e

d) subsídio econômico:

requerido para o investimento inicial da rizipiscicultura, ou seja, durante a implantação (adaptação das quadras).

Na rizipiscicultura alguns cuidados especiais devem ser tomados quanto a falta de oxigênio, e neste caso é preciso renovar a água por algumas horas, até os peixes mostrarem-se tranquilos, agitar a água mecanicamente (existem aparelhos especiais para isso), e suspender a adubação orgânica e/ou ração por alguns dias, e também ficar atento quanto a peixes estranhos (selvagens), como por exemplo a *traíra* e a *piava*, que competem por alimento e predam alevinos, devendo-se evitar a entrada destes na rizipiscicultura usando telas na entrada e saída de água das quadras (PINHEIRO; SEIXAS, 1984).

3.3.2.2 Adaptação das quadras de arroz para o cultivo com peixes

A criação de peixes em arrozais deve ser encarada como uma atividade de piscicultura, e desta forma, a estrutura física das quadras de arroz deve ser adaptada para esta atividade, de tal forma que haja controle da entrada e saída de água, levando em conta o tempo de enchimento e esvaziamento dos quadros.

Para PERÍN citado em BOLL, ROCZANSKI e SILVEIRA (1998), na escolha dos quadros a serem utilizados em rizipiscicultura, precisam ser observados os seguintes aspectos: "...os quadros ou parcelas deverão apresentar declividades

entre 0,1 e 0,2%; a área de cada parcela deve variar entre 500 e 5 mil m²; as parcelas deverão ser contíguas e de fácil adequação; não é recomendado a utilização de áreas sujeitas à inundações; e, a irrigação deve ser preferencialmente por gravidade, reduzindo custos de produção e riscos de falta de água”. Caso não se opte por declividade nos quadros (prática comum no sistema de semeadura com sementes pré-germinadas, onde as áreas são sistematizadas em nível), o cuidado deve ser para não permanecerem locais (“poças”) onde os peixes possam ficar presos na hora da despesca.

Na época de entressafra a lâmina d'água é maior (30 a 50 cm) em comparação ao período de cultivo com arroz (no máximo 20 cm), sendo assim necessário o aumento de altura das taipas (diques ou barragens para contenção da água nas quadras) para 50 a 80 cm, compactando-se bem o solo para favorecer a impermeabilização, aproveitando-se para isso, o solo escavado para construção do refúgio.

O refúgio, normalmente um para cada quadra, constitui-se de escavação de solo na menor cota altimétrica desta, sendo recomendada a sua construção paralela e próxima à taipa de maior comprimento, preferencialmente fora da área produtiva do arroz, mas não sendo isto possível, sua área corresponde de 4 a 8% da superfície total da quadra. Quanto maiores as variações de temperatura da região, o refúgio deve ser construído mais fundo, sendo que em média é adotada uma profundidade de 40 a 70 cm. As principais funções do refúgio são: “...estocagem eventual dos peixes por períodos curtos; facilitar a despesca dos peixes; proteger os peixes em relação à mudanças bruscas de temperatura; regular o nível da lâmina de água; e facilitar o acesso dos peixes ao interior do quadro.” (BOLL; ROCZANSKI; SILVEIRA, 1998 e POSSAMAI RIBEIRO, 2001)

3.3.2.3 Manejo da água

É sempre preferível que o abastecimento de água e a drenagem de cada refúgio e quadra, se dêem de forma independente das outras quadras, sendo que na

drenagem, o esvaziamento deve ser lento e preferencialmente à noite, evitando a perda de peixes trancados em poças d'água.

Cerca de 10 a 15 dias após a semeadura do arroz, a irrigação da lavoura se dá de forma permanente, sendo possível a partir de então a estocagem dos peixes nas arrozeiras. Conforme o crescimento do arroz, a lâmina d'água é elevada, atingindo seu máximo após 2 meses da semeadura, tendo então 15 a 20 cm. O nível da água deve ser o mais constante possível para cada estágio, pois “oscilações da lâmina de água maiores que $1,2 \text{ cm.dia}^{-1}$ estressam os organismos aquáticos, prejudicando seu crescimento.” (BOLL; ROCZANSKI; SILVEIRA, 1998)

Quando for o caso da criação de peixes durante a entressafra (fase de engorda), é aconselhado após a colheita uma elevação lenta do nível d'água, possibilitando o rebrote da resteva do arroz, e assim, amplia-se a oferta de alimento aos peixes herbívoros. (IRGA, 2002)

3.3.2.4 Manejo dos peixes

Existem duas variáveis principais em relação ao manejo dos peixes: a espécie ou espécies a serem usadas e suas respectivas densidades de estocagem. O uso de mais de uma espécie de peixes é vantajoso, pois possibilita o melhor aproveitamento dos alimentos devido os diferentes hábitos alimentares entre as espécies. Este sistema é também conhecido por policultivo.

O transporte de alevinos é mais comum ser realizado em sacos plásticos com oxigênio, devendo-se tomar o cuidado de não deixá-los ao sol. O povoamento de alevinos deve ser realizado nas horas mais amenas do dia, ou em dias nublados. Antes da liberação dos alevinos na quadra, é preciso colocar os sacos plásticos do transporte flutuando na água por 20 a 30 minutos, permitindo o equilíbrio entre as temperaturas das águas do saco plástico e da quadra, evitando-se assim a morte de alevinos por choque térmico. Após isto os alevinos devem ser soltos lentamente, mantendo os sacos plásticos ao nível da água da quadra, permitindo que nadem

livremente para fora das embalagens. Em hipótese alguma os alevinos devem ser despejados na água da quadra.

“O local em que se soltam os alevinos é na margem do refúgio. A pessoa que faz esta tarefa não deve entrar na água, pois a lama removida e misturada na água torna-se prejudicial aos alevinos.” (PINHEIRO; SEIXAS, 1984)

No Estado de Santa Catarina os alevinos são conhecidos por “alevino I”, quando apresentam de 2 a 3 cm de comprimento e 0,5 a 1,0 g por indivíduo, e “alevino II” (tamanho intermediário), quando possuem de 10 a 50 g por indivíduo. (BOLL; ROCZANSKI; SILVEIRA, 1998)

O povoamento pode ser realizado de três semanas até um mês após a sementeira. O Eng.º Agrônomo Sérgio Silveira, citado em POSSAMAI RIBEIRO (2001), aconselha o povoamento na rizipiscicultura com alevinos II numa densidade de 2,5 mil alevinos por hectare, com as seguintes espécies e respectivas proporções: carpa comum (70%), tilápia nilótica (20%), carpa capim (5%), e carpa cabeça grande ou prateada (5%). Caso forem alevinos I a densidade de povoamento deve ser dobrada.

Caso se deseje incrementar o crescimento dos peixes em sua fase inicial, é preciso aumentar a produtividade primária (fitoplâncton e zooplâncton) na água, bastando para isso adubar organicamente a rizipiscicultura usando esterco, reduzir a circulação de água nos quadros nas semanas iniciais, e conforme recomendam BOLL, ROCZANSKI e SILVEIRA (1998), “a oferta de ração comercial (36% de Proteína Bruta) ou farelo de soja moído [sempre consultar a certificadora a respeito] aos alevinos no refúgio é recomendada, uma vez que o desenvolvimento inicial dos mesmos é favorecido e a taxa de sobrevivência aumenta significativamente. Para temperaturas entre 20 e 25 °C, a taxa diária de alimentação dos alevinos (5 g.indivíduo⁻¹) é de 10% do peso total dos peixes.”

Dentre os peixes usados na rizipiscicultura, é importante a inclusão de espécies que aceitem e utilizem eficientemente suplementações alimentares para

seu crescimento, destacando-se neste caso a carpa comum e a tilápia, que também apresentam alta rusticidade e resistência à doenças, e conforme levantamento de dados realizado por BOLL, ROCZANSKI e SILVEIRA (1998), "...confirmam a condição da carpa comum e tilápia como espécies principais no povoamento de arrozeiras." Salienta-se aqui que o uso de tilápia apontado anteriormente, é mais indicado para a região do litoral catarinense, sendo que para a região do Alto Vale do Itajaí, há limitação para o uso desta espécie devido às temperaturas mais baixas.

3.3.3 Fatores Ecológicos Envolvidos na Rizipiscicultura

3.3.3.1 O mutualismo de arroz e peixes

A rizipiscicultura pode ser encarada como um ecossistema mutualístico de arroz e peixes, onde plantas verdes são os produtores primários que convertem energia solar na energia presente no alimento que os peixes requerem para a sua sobrevivência. Os peixes se alimentam de plâncton, insetos e bactérias (que prejudicam as plantas de arroz), e larvas de mosquitos (que são prejudiciais aos humanos), assimilando parte destes alimentos e descarregando o resto nos campos de arroz. Quando nadam na água, os peixes liberam gás carbônico e isto aumenta a quantidade de carbono disponível para as plantas. Eles também quebram a superfície do solo e oxidam camadas de solo, que aumentam a provisão de oxigênio e promovem o crescimento da raiz do arroz. Assim sendo, a rizipiscicultura aumenta a produção de arroz mais de 10% (uma faixa de 8-47%). (JINTONG, 1995)

Tanto arroz como peixes precisam de água, sendo isto uma necessidade comum. Alguns peixes, especialmente a carpa capim, se adaptam a águas rasas, sendo esta a profundidade de lâmina d'água para o arroz. De forma semelhante, arroz e peixes crescem na mesma escala de temperatura, desenvolvendo-se de uma maneira sincronizada. A faixa de temperatura ótima para a carpa comum é 14-18 °C, para carpa capim e carpa prateada é 18-20 °C, para a tilápia nilótica tropical é 27-28 °C e sua temperatura crítica de sobrevivência é 10-38 °C. A faixa de temperatura de 26-32 °C é o cume do período de alimentação para os peixes na rizipiscicultura. Quando a temperatura for maior que 38 °C ou cair para baixo de 11 °C, os peixes

perdem seu apetite. Quando a temperatura cai para aproximadamente 4°C, os peixes entram em um estado dormente, embora eles ainda possam sobreviver. (JINTONG, 1995)

O uso concomitante de várias espécies de peixes (policultivo) conjuntamente com o arroz, possibilita o melhor uso da energia e alimentos na estrutura alimentar da rizipiscicultura, resultando em benefícios ecológicos para ambas as populações.

Uma espécie muito utilizada, a carpa comum (ou húngara) (*Cyprinus carpio*) alimenta-se de organismos bentônicos, aqueles encontrados nos primeiros centímetros de lodo, e também de larvas e adultos de insetos na superfície da água. Por atuar no solo da quadra, efetua um papel de “arado natural”, revolvendo o lodo e por consequência nivelando o terreno para a semeadura do próximo ciclo cultural. A carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) tem por alimento principalmente vegetais superiores e aquáticos, sendo pois essencialmente herbívora. Esta espécie “...também se alimenta e digere o núcleo das bactérias que causam ferrugem da bainha e colmo (*sheath and culm blight*). O excremento de peixe não inibe o crescimento do núcleo da bactéria, mas retarda o crescimento e atividade das paredes da célula da bactéria.” (JINTONG, 1995). Normalmente a proporção de carpa capim no povoamento é baixa, desempenhando o trabalho de “capina natural” quando alimenta-se das plantas aquáticas indesejáveis na lavoura. Quando povoada após a safra, consome a resteva do arroz, e durante o período de entressafra mantém a quadra livre de vegetais. A carpa cabeça grande (*Aristichthys nobilis*) tem a capacidade de filtrar organismos zooplanctônicos (pequenos animais que vivem em suspensão na água), alimentando-se destes. A carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) é um peixe filtrador de fitoplâncton (pequenos vegetais em suspensão na água), e a tilápia nilótica (ou tilápia do Nilo) (*Oreochromis niloticus*) tem amplo espectro alimentar, concentrando sua dieta sobre o fitoplâncton, mas pode alimentar-se de vegetais superiores triturados ou de menor porte, e mesmo de insetos e suas larvas.

A aplicação de fertilizantes orgânicos na rizipiscicultura aumenta a fertilidade da água aumentando o alimento natural para os peixes, que através de seus

dejetos, trazem uma melhor fertilidade para o solo beneficiando o arroz. Os peixes em seu movimento na água, estimulam a dissolução de nutrientes, o que igualmente aumenta a fertilidade do solo. (DASHU; JIANGUO, 1995)

3.3.3.2 Benefícios ecológicos da rizipiscicultura verificados na China

Conforme pesquisas conduzidas por LANGHU (1995), a rizipiscicultura pode aumentar o perfilhamento do arroz, melhorar a taxa de fertilidade dos grãos, diminuir o peso por área ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de ervas daninhas, ajudar no controle de insetos e mosquitos, aumentar a porosidade do solo, e finalmente, aumentar (ou pelo menos manter) e reter a matéria orgânica no solo.

Os peixes proporcionam um efeito positivo na fertilidade do solo por causa da acumulação de suas fezes, que tem um alto valor nutritivo (TABELA 4). “As concentrações de N e P nas fezes de peixe eram mais altas que em adubos de porcos e vacas, semelhante à de solo escuro (*night soil*) e adubo de ovelha, mas mais baixas do que de adubo de galinha e de coelho”. (YINHE, 1995)

TABELA 4 - COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE QUATRO TIPOS DE FEZES DE PEIXE

PEIXE	FEZES DE PEIXE ⁽¹⁾	
	N (%)	P (%)
Carpa prateada (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	1,900	0,581
Carpa capim (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	1,102	0,426
Carpa comum (<i>Cyprinus carpio</i>)	0,824	0,671
Carpa cruciam (<i>Carassius cuvieri</i>)	0,760	0,403

FONTE: YINHE, P. **Ecological Effects of Rice–Fish Culture**. 1995. Disponível em: <<http://www.idrc.ca/books/focus/776/pinyinhe.html>> Acesso em: 22 ago. 2001.

(1) Porcentagem em peso seco

Em pesquisa realizada por XIEPING, HUAIXUN e YONGTAI (1995), num sistema de rizipiscicultura usando como espécies principais de peixe o *fu-shou* (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus* F1) (uma tilápia híbrida), a carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) e a carpa comum (*Cyprinus carpio*), e como espécies secundárias (proporção pequena) a carpa cabeça grande (*Aristichthys nobilis*) e carpa crucian branca (*Carassius cuvieri*), a despeito de uma redução de 7% na área útil para cultivo de arroz devido a implantação de refúgio, os rendimentos individuais

das plantas de arroz aumentaram, compensando a perda de área plantada, de tal forma que a produção de arroz com ou sem peixes era aproximadamente a mesma, não havendo redução significativa na produção. A redução significativa de insumos, exceto alevinos e ração para os peixes, e a venda de peixes, resultou num aumento significativo da renda líquida na rizipiscicultura.

Também conforme XIEPING, HUAIXUN e YONGTAI (1995), foi verificado que na rizipiscicultura com uma maior profundidade da lâmina d'água, foram produzidas plantas mais altas, folhas maiores e nodos mais longos, e a densidades altas, a população ficou muito grande, o que diminuiu a ventilação e iluminação ao fundo das plantas de arroz, levando a plantas mais vulneráveis a insetos e doenças. Em contraste, a densidades relativamente mais baixas, as plantas de arroz cresceram mais rápido, fortes, e mais resistentes. Sugeriu-se que na rizipiscicultura a densidade de plantas de arroz fosse de 10 a 20% menor que a densidade usual em campos sem peixes, pois assim espera-se uma melhor ventilação e iluminação, espigas maiores, grãos mais pesados, e rendimentos altos e estáveis.

Em relação às espécies de peixes usadas, constatou-se que a carpa capim, carpa comum e *fu-shou*, são as melhores espécies para rizipiscicultura, porque elas se adaptaram facilmente e produziram rendimentos altos; porém a carpa cabeça grande e a carpa crucian branca, cresceram lentamente e só deveriam ser usadas em proporções pequenas. (XIEPING; HUAIXUN; YONGTAI, 1995)

Constatou-se também que o movimento ativo dos peixes areja o solo e melhora sua estrutura. O cultivo de peixes na rizipiscicultura pesquisada, aumentou a quantia de nitrogênio no solo e a quantia de nitrogênio absorvida pelas plantas de arroz, sugerindo-se que os peixes podem transformar nitrogênio insolúvel no solo em um estado solúvel, que aumenta a fertilidade do solo, o que possibilitou um maior transporte de nitrogênio aos grãos de arroz, sendo igualmente constatada uma melhor qualidade do arroz. “A fertilidade no campo de arroz-peixes melhorou significativamente de 1985 a 1987. A porcentagem de material orgânico no solo aumentou de 2,0 a 2,4%, nitrogênio total de 0,14 a 0,16%, fósforo solúvel aumentou

em 76,10%, e potássio em 20,69%.” Sugeriu-se que na rizipiscicultura é possível 20% menos nitrogênio, em relação às doses convencionais de adubação.

Na mesma pesquisa citada anteriormente, os peixes reduziram satisfatoriamente *Sagittaria* sp. (a maior população) e mais três espécies de plantas aquáticas. Os peixes comeram insetos que flutuam na superfície da água e larvas de mosquito. O peixe *fu-shou* e a carpa saltam para pegar piolho de arroz (*Sogatia furcifera*) nos talos mais baixos da planta de arroz.

Resultados semelhantes quanto ao controle de doenças, insetos e ervas daninhas, também foram verificados por YAN et al. (1995) na China.

3.3.3.3 Produção de alevinos II em arrozais

Uma alternativa de renda para os rizipiscicultores é a produção de alevinos II nas quadras de arroz, com a venda destes peixes para outros criadores (piscicultores ou mesmo rizipiscicultores), que farão a terminação dos peixes até o ponto de abate. O ponto favorável é o sincronismo entre a época de colheita de arroz na Região Sul do Brasil (fevereiro até abril) e o período de maior demanda por alevinos de tamanho intermediário (alevinos II). Para tanto é preciso a estocagem com uma grande população de alevinos I, de 10 a 50 mil indivíduos por hectare.

Este método já é usado por alguns rizipiscicultores em Santa Catarina, mas na China é usado a mais tempo, onde nas províncias de Hunan, Jiangxi, Anhui, Jiangsu e Zhejiang, a estação de plantio do arroz cedo (primeiro ciclo de plantio de arroz que ocorre em fins de abril) coincide com a produção de alevinos. A estocagem na rizipiscicultura é realizada depois que as mudas de arroz foram transplantadas (sistema de plantio por mudas), numa densidade de 45 mil alevinos.ha⁻¹, sendo realizada 3 a 4 dias após o transplante de mudas. Os alevinos são muito pequenos para desenraizar as mudas e porque este é o período de pique para plâncton, o crescimento dos alevinos é aumentado. Nestas condições um monocultivo de carpa capim pode ajudar a aumentar a produção de arroz e reduzir a necessidade de trabalho. Porém, um policultivo de carpa capim (a maior proporção),

carpa comum, carpa crucian e tilápia, pode ser criado, até mesmo em campos de arroz com ervas daninhas crescidas demais. Nas condições chinesas este sistema aumentou a produção de arroz de 6 a 17%. (DASHU; JIANGUO, 1995)

Em campos de arroz o ambiente ecológico é favorável para a carpa capim, resultando em baixa incidência de doenças e baixa mortalidade. O contrário é verificado em viveiros de peixes (tanques de piscicultura), onde a captura de carpa capim adulta é baixa; esta espécie é de difícil adaptação em viveiros, e nestas condições os peixes ficam doentes facilmente.

3.3.4 Resultados do Cultivo Conjunto de Arroz e Peixes

Segundo PEDROSO (1989), com uma densidade de 3 mil alevinos por hectare, pode-se obter 300 kg de peixes por hectare, sem alimentação complementar.

Usando dados da prática dos rizipiscicultores do sul catarinense, BOLL, ROCZANSKI e SILVEIRA (1998), constataram em relação às arrozeiras sem peixes, um ganho médio equivalente de 80 a 120 sacas de arroz.ha⁻¹, devido à economia no preparo do solo, redução de insumos (uréia, inseticida e herbicida), e produção de peixes com arroz (150 a 250 kg.ha⁻¹.safra⁻¹) e na entressafra (300 a 500 kg.ha⁻¹.ano⁻¹). Atualmente muitas áreas de rizipiscicultura na região referenciada, abandonaram completamente o uso de adubos de síntese química e agrotóxicos, e estão produzindo arroz e peixes orgânicos.

COTRIM et al. (2000), referindo-se à rizipiscicultura em várias propriedades no Estado do Rio Grande do Sul, onde as densidades de peixes usadas foram 3 mil até 4,5 mil alevinos.ha⁻¹, usando-se carpa húngara (70%), carpa capim (20%) e carpas filtradoras (carpa prateada e carpa cabeça grande) (10%), mostrou que o resultado médio das despescas foi de 1.000 quilogramas de peixes.ha⁻¹.ano⁻¹, e os resultados das lavouras de arroz demonstraram valores de produtividade similares às lavouras de arroz no sistema pré-germinado (6,5 mil kg de arroz.ha⁻¹). Resultados

de análise de receita/custo para os sistemas de rizipiscicultura, convencional e pré-germinado, podem ser verificados na TABELA 5.

TABELA 5 – ANÁLISE RECEITA/CUSTO DOS SISTEMAS DE CULTIVO DE ARROZ: RIZIPISCICULTURA, CONVENCIONAL E PRÉ-GERMINADO PARA O ANO DE 1999

SISTEMA DE PRODUÇÃO	RECEITA TOTAL (R\$.ha ⁻¹)	CUSTOS TOTAIS ⁽¹⁾ (R\$.ha ⁻¹)	MARGEM BRUTA (R\$.ha ⁻¹)
Rizipiscicultura	2.560,00	1.219,00	1.314,00
Pré-germinado	1.560,00	888,00	672,00
Convencional	1.074,00	1.058,00	16,00

FONTE: EMATER/RS Manual prático de rizipiscicultura. 1999. In: COTRIM, D. S. et al. Rizipiscicultura: um sistema agroecológico de produção. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 1, n. 4, p. 18, out./dez. 2000.

(1) Custos diretos mais depreciação.

Segundo ARROZPEC (2002), referindo-se aos orizicultores gaúchos que iniciaram o consórcio de arroz e peixes:

Reduzir os custos da lavoura de arroz foi o motivo que levou o produtor rural Dirceu Costa a introduzir a rizipiscicultura na sua propriedade em Santo Antônio da Patrulha, no Litoral Norte. Hoje, no quarto ano com a técnica de plantio de arroz com peixe, ele aumentou de seis para 50 hectares este consórcio produtivo. Recuperou a terra infestada de arroz vermelho, reduziu muito o uso de máquinas, está produzindo acima da média por hectare, não usou uma grama de veneno e está vendendo além do arroz, peixe. E mais: os dois produtos orgânicos!

No ano agrícola de 1996/97 na Estação Experimental de Itajaí/SC-EPAGRI, realizou-se um experimento de rizipiscicultura com carpa capim (*Ctenopharingodon idella*), carpa comum (*Cyprinus carpio*) e tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), composto com duas densidades de estocagem (D1 = 15 mil e D2 = 30 mil alevinos.ha⁻¹) e três proporções de espécies (P1 = 1:7:7, P2 = 1:5:9 e P3 = 1:9:5, respectivamente para as espécies acima mencionadas). A estocagem se deu 28 dias após a semeadura do arroz (EPAGRI 108) com alevinos I, e a avaliação dos peixes ocorreu 123 dias após. Foi oferecida diariamente ração extruzada comercial com 28% de proteína bruta. (SATO; CASTAGNOLLI, 2001 e SATO; ISHIY, 2001)

Para a pesquisa acima descrita, a sobrevivência geral dos alevinos incluindo todos os tratamentos foi de 65%. O tratamento D2P2 registrou a maior produtividade (1451,47 kg de alevinos despescados.ha⁻¹), sendo que “a densidade de 30 mil alevinos.ha⁻¹ é mais produtiva que 15 mil alevinos.ha⁻¹, mas as três proporções de

espécies utilizadas não apresentam diferenças estatisticamente significativas.”, mas houve diferença significativa entre produtividades de peixe com e sem suplementação alimentar. O lucro pela venda de alevinos teve uma equivalência a 35,5 sacas de arroz, não computando-se neste cálculo o aumento da produtividade do arroz devido a presença dos peixes, e a redução nos agrotóxicos e mão-de-obra para aplicação dos mesmos.

Ainda conforme a pesquisa anterior, verificou-se que o tratamento D1P1 sem suplementação alimentar, apresentou a maior produtividade média de arroz (5628,6 kg.ha⁻¹), e não houve diferença significativa na produtividade do arroz entre as diferentes proporções de peixe, mas nas parcelas com peixe, houve um acréscimo médio de 22,98%. Concluiu-se que nas condições do experimento o peixe (alevino I) “...auxilia no aumento da produtividade do arroz, independentemente da densidade e das proporções de espécies utilizadas, mas não controla satisfatoriamente a bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*).”

3.3.5 Aumentando a Integração na Rizipiscicultura

Por si só a rizipiscicultura já é uma técnica que integra dois componentes biológicos na produção alimentar (um vegetal e um animal), o que trás vantagens sinérgicas para o conjunto da pequena produção familiar. No entanto, os limites de integração não são dados pela rizipiscicultura, podendo-se ampliar as vantagens da integração através da adição de mais componentes ao sistema.

Na China, conforme comenta JINTONG (1995), em ambientes com áreas inundadas nas quais a produção de arroz é baixa:

...o solo deveria ser cavado profundamente, cumes deveriam ser construídos, e peixes deveriam ser criados em fossos e piscinas. Amoreiras e linho podem ser plantados nos bancos. A sericultura pode ser empreendida, excremento de bicho-da-seda ser alimento ao peixe, e esterco de peixe usado para fertilizar o solo. Pode ser usada a lama das piscinas ou fossos para fertilizar o solo no qual a amora e linho crescem, e as folhas de linho podem ajudar a preservar a água. O ciclo provê benefícios econômicos e ecológicos.

Pela citação anteriormente utilizada como exemplo, presume-se que pelo uso da rizipiscicultura integrada com outras atividades da propriedade, mediante adaptações e uso de espécies locais para a situação da pequena produção familiar orizícola catarinense, é possível ampliar benefícios ecológicos (pela maior integração) e econômicos (novas fontes de renda).

Conforme CHUNG-CHU (1995), além de *Azolla*, (planta que tem a capacidade para fixar nitrogênio atmosférico a ser descrita adiante na seção 3.6), vários outros tipos de plantas aquáticas podem ser cultivadas nas arrozeiras para suprir a comida de peixes, por exemplo: *Lemna minor* e *Wolffia arrhiza*.

A espécie *Lemna minor* L., conhecida por lentilha-da-água, pasta-miúda, capa-rosa e pesca-miúda, é uma “planta aquática flutuante, de tamanho diminuto, provida apenas de folhas ou frondes solitários ou em grupos de 2-4, e raízes não ramificadas. Cada folha contém uma única raiz e mede 2-4 mm de comprimento (...). Reproduzem-se por sementes e principalmente por meios vegetativos a partir de brotos laterais que se soltam da planta mãe.” É uma planta de grande vigor vegetativo e reprodutivo, sendo que em condições ótimas dobra o seu número a cada 3 dias. Ocorre principalmente em mananciais de água parada. Contém alto teor de proteínas. (LORENZI, 1991)

A *Azolla* pode ser uma fonte de alimentação para peixes na rizipiscicultura orgânica, e desta forma evitar o uso de ração, que pode estar sujeita à restrições conforme cada certificadora. Pode ser fornecida verde, seca, ou mesmo cultivada na superfície da água na quadra, juntamente com os peixes.

A carpa capim e a tilápia, principalmente a primeira, são as duas espécies principais para o consumo de *Azolla*, que além de nutrir os peixes, através do excremento destes, serve de adubo para o arroz. Quando o arroz é transplantado (sistema com mudas), é possível o uso de filas duplas, ou seja, aproximam-se duas filas de arroz vizinhas deixando um maior espaço entre estas filas duplas; isto possibilita o melhor cultivo de *Azolla* e peixes no espaço entre as filas duplas, e o sistema mantém o arrozal bem ventilado e maximiza o uso da luz solar e os efeitos

de extremidade de filas (efeito bordadura). “Como resultado, assegura estáveis e altos rendimentos de arroz e peixe, bons lucros econômicos, benefícios sociais, e eficiência ecológica.” Através deste método a produção de arroz pode ser aumentada em 7%. (DASHU; JIANGUO, 1995)

Quando se disponibiliza uma provisão suficiente de *Azolla*, há grande potencial de aumento no crescimento de peixes herbívoros, e neste caso, o esterco destes peixes aumenta a quantidade de plâncton, e por conseqüência eleva-se o rendimento da carpa prateada. (DEFU; HANQUING; MAOXING, 1995)

O crescimento de peixes e *Azolla* num sistema de arroz-*Azolla*-peixes é diferente, ou seja, não há um sincronismo entre o crescimento dos peixes e da *Azolla*. Na China, “a *Azolla* cresce depressa na primavera, quando os peixes são pequenos, crescem lentamente e comem pouco. Neste momento, a provisão de *Azolla* excede a demanda. Em julho e agosto [verão no hemisfério norte], a *Azolla* cresce lentamente e os peixes crescem depressa; portanto, a demanda por *Azolla* excede a provisão.” São recomendados três métodos para atenuar este problema: despesca dos peixes maiores no início do verão; provisão suplementar de *Azolla* de outros locais (lagoas, por exemplo) e *Azolla* seca armazenada; e provisão suplementar com gramíneas e/ou ração. (DEFU; HANQUING; MAOXING, 1995)

Uma outra possibilidade de integração é a criação de suínos com a rizipiscicultura. Alimentos mais nobres como ração, poderiam ser dados aos suínos e seu esterco usado na rizipiscicultura, alimentando assim os peixes, fertilizando a água para a *Azolla* e plâncton, e o solo para o arroz. Havendo excesso de *Azolla*, esta poderia ser dada também aos suínos. Especialmente nesta situação de uso de adubo orgânico em ambientes aquáticos, os cuidados quanto ao potencial poluente da atividade piscícola precisam ser redobrados, e o enquadramento nas normas legais sempre deve ser adotado.

Em seu estudo global sobre as *Tendências em Fazendas de Arroz-Peixe*, HALWART (1998) referindo-se à rizipiscicultura, concluiu que para todos os ecossistemas e modos em que o arroz é cultivado:

A integração parece ter boas perspectivas para o futuro, porque a redução em aplicações de pesticidas e o uso de componentes menos tóxicos na produção de arroz, resulta em uma crescente biodiversidade de campo de arroz que não é importante apenas para o equilíbrio de pragas e seus inimigos naturais, mas também em um contexto nutricional para comunidades rurais que dependem de caranguejos, rãs, ou caracóis de seus campos de arroz.

A rizipiscicultura representa a integração do elemento animal e vegetal, mas no caso do arroz, outros animais de criação menos comuns podem ser criados no ambiente de arrozeiras irrigadas, como rãs e marrecos. Este último caso será abordado em seguida.

3.4 CRIAÇÃO DE MARRECOS DE PEQUIM EM ARROZEIRAS IRRIGADAS

A criação de marrecos de Pequim em arrozeiras irrigadas já era praticada em Santa Catarina antes de 1990, ano da primeira publicação sobre o assunto pelo Governo do Estado. Nesta seção serão apresentados principalmente os dados da experiência dos produtores catarinenses que usam estas aves nas arrozeiras, procurando demonstrar a viabilidade de incluir esta prática no gerenciamento da produção integrada de arroz orgânico.

3.4.1 Informações Gerais Sobre os Marrecos de Pequim

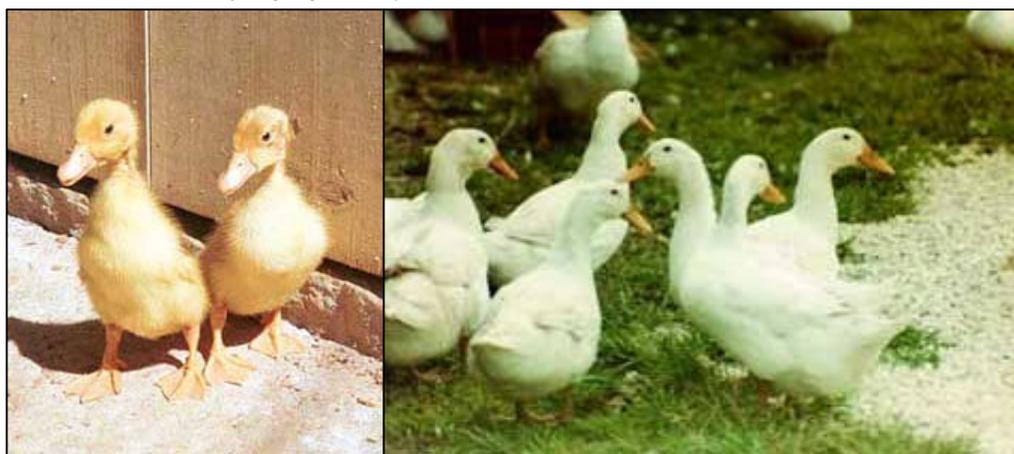
Cabe aqui uma diferenciação entre o pato brasileiro (*Cairina moschata*) e o marreco de Pequim (*Anas platyrhynchos*) (FOTOGRAFIA 7):

- a) o pato brasileiro é originário do Brasil e Guianas;
- b) o pato apresenta crescimento mais lento, atingindo o tamanho para abate com mais de 90 dias, e o marreco com 45 a 50 dias;
- c) há diferenças no sabor da carne, a do marreco é mais tenra;
- d) o pato apresenta carúnculas (saliências carnudas) acima do nariz e em volta dos olhos, o marreco não;
- e) o pato apresenta postura mais horizontal do que o marreco;

- f) o pato consegue realizar vôos altos, o marreco não reúne condições para pular obstáculos superiores à sua altura, facilitando sua manutenção em áreas restritas; e
- g) a pata choca seus ovos, o que não ocorre com quase a totalidade das marrecas. (BÓDIS; SOUSA ROSA, 1987)

A origem do nome e da criação dos marrecos de Pequim, remonta há mais de 500 anos em regiões de plantações de arroz próximas à cidade de Pequim na China. Os registros históricos relatam este marreco como uma das mais tradicionais e deliciosas iguarias da antigüidade. Era oferecida aos imperadores e oficiais de alta patente na China, desde a dinastia Ming (1368-1644). Na China atual, esta ave é chamada de "Shichinyatze" (marreco de 10 libras) ou "Paitayatze" (marreco branco grande). Desse país foi levado para a Inglaterra e Estados Unidos, respectivamente em 1872 e 1873. A Alemanha também logo passou a criar o marreco. Nesses três países formaram-se raças um pouco diversas. O Pequim alemão, é mais erguido ("posição de pingüim") que o americano e tem o pescoço e bico mais curtos e grossos. A raça inglesa tem uma cor mais amarelada e o corpo mais curto e largo. No Brasil o marreco de Pequim tem história mais recente. (CATÁLOGO RURAL, 2002; SEVAGRI, 2002b)

FOTOGRAFIA 7 – FILHOTES E ADULTOS DE MARRECOS DE PEQUIM (*Anas platyrhynchos*) - 2002



FONTE: Disponível em: <<http://orbita.starmedia.com/~soledade1.html>> e <<http://www.patoseloverde.com.br/historia.htm>> Acesso em: 27 maio 2002.

O marreco de Pequim é bastante rústico e resistente, adaptando-se bem às condições brasileiras. Embora seja considerado uma raça mista, para carne e ovos, sua principal finalidade é a produção de marrecos novos para corte. É precoce, atingindo 2,5 kg aos 2,5 meses de idade, época mais vantajosa para o sacrifício, mas também podem ser sacrificados aos 10 e 12 meses, quando atingem maior peso. O abate deve ser feito de preferência no início da mudança das penas, pois o depenamento nesta fase é facilitado. As marrecas põem de 80 a 140 ovos anualmente, geralmente de maio a dezembro, pesando de 80 a 90 g. Antes de 25 a 30 dias não devem ser soltos na água mais profunda que seu corpo. (CATÁLOGO RURAL, 2002)

Em comparação aos marrecos criados em galpões de confinamento com fins de engorda, “os marrecos criados na água [não confinados, em consórcio com peixes por exemplo] apresentam aspecto externo mais saudável, exibindo sempre as penas limpas e levemente úmidas, inclusive onde as penas se fixam à carne do marreco, tornando suave sua retirada durante o abate.” (BÓDIS; SOUSA ROSA, 1987)

3.4.2 A Integração de Marrecos de Pequim com a Orizicultura

Em Santa Catarina existem basicamente dois sistemas para a integração de marrecos com a orizicultura: a criação de marrecos jovens junto com o arroz e criação para engorda em arrozeiras na entressafra.

A criação concomitante é destinada principalmente para o controle biológico de insetos, em destaque o percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris*), e ervas espontâneas, e a criação de marrecos de Pequim em arrozeiras na entressafra apresenta as seguintes utilidades, conforme ACARESC (1990) e EPAGRI (1992a): eliminação de sementes de ervas espontâneas como arroz-vermelho e arroz-preto (*Oryza sativa* L.), capim-arroz (*Echinochloa crus-galli* e *E. colona*), aguapé (*Heteranthera reniformis*), grama-boiadeira (*Luziola peruviana*), e outras, e ainda sementes de arroz provenientes de perdas na colheita e por degrane natural; diminuição das populações de insetos; adubação uniforme (homogênea) das

arrozeiras; aumento da produtividade do arroz em 20 a 30%; possibilidade de venda do arroz como semente após 2 ou 3 anos com o sistema, aumentando a renda em 30 a 45%; e lucro maior com a melhor produtividade e venda das aves.

Em ambos os casos de integração citados anteriormente, o manejo inicial das aves até 15 ou 21 dias de vida, é o mesmo. Para o recebimento dos marrequinhos de um dia e sua criação inicial, devem ser tomadas as seguintes providências: preparar uma instalação que permita abrigar 20 marrequinhos por metro quadrado; o local deve ser limpo, seco e com proteção dos ventos; quando for piso, desinfetar com cal virgem, creolina ou água sanitária; colocar uma camada de maravalha, casca de arroz ou palha com 10 cm de espessura; se for piso de tela ou ripado, este deve ficar a 1 m de altura; instalar e ligar uma campânula (no máximo 400 aves por peça) ou lâmpada infravermelha (uma ave por watt), regulando a altura em 35 a 40 cm para que a temperatura sob o equipamento de aquecimento fique em 32 a 36 graus centígrados; instalar bebedouro ou calha observando que a altura deve coincidir com o dorso da ave; e a água fornecida durante as duas primeiras horas deve ser açucarada (1 litro de água com 2 colheres de sopa de açúcar). EPAGRI (1992a)

O espaço requerido na criação inicial dos marrecos de Pequim depende da idade dos mesmos, podendo-se adotar as seguintes relações de aves por espaço: até 7 dias, 40 aves.m⁻², até 14 dias, 15 aves.m⁻² e até 21 dias, 10 aves.m⁻². SEVAGRI (2002a)

Após o recebimento dos marrequinhos de um dia e sua soltura sob o equipamento de aquecimento, deve-se levar alguns ao bebedouro molhando-lhes o bico para ensiná-los a beber, e logo os outros farão o mesmo. Após as 2-3 horas iniciais, fornecer ração de aves com 22% de proteína, preferencialmente peletizada, sendo que no verão a ração pode ser fornecida até 15, e no inverno até 21 dias. Esta ração deve estar em acordo com as normas de certificação e não deve conter coccidiostático derivado do furano, pois marrequinhos de Pequim possuem sensibilidade à essa substância. O controle da temperatura é realizado até os quinze dias de vida, observando que fique em 32 °C na primeira semana e 25 °C na

segunda. É necessário trocar diariamente a água dos bebedouros. A cama quando molhada deve ser retirada e substituída por material seco, pois um piso molhado é um fator de grande mortalidade, e causa reumatismo nas pernas das aves atrasando o crescimento. Antes de 21 dias não se deve permitir aos marrequinhos entrarem na água. Nunca se deve segurar as aves pelas patas ou asas, somente pelo pescoço ou pelo corpo. (BÓDIS; SOUSA ROSA, 1987; EPAGRI, 1992a e SEVAGRI, 2002a)

3.4.2.1 A criação concomitante de marrecos de Pequim com arroz

O uso desta alternativa vem crescendo muito no Médio e, principalmente, Alto Vale do Itajaí. Como objetivo principal desta integração, além de lagartas e ervas espontâneas, destaca-se o controle biológico do percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris*) (NONES, 2001), inseto sugador da parte aérea da planta de arroz, de coloração marrom, com aproximadamente 15 mm de comprimento (GALLO et al., 1988).

Segundo FISCHER (1992), o produtor de sementes certificadas Ordival Macoppi de Joinville/SC, utiliza marrecos de Pequim para o controle biológico na lavoura, permitindo às aves “pastorearem” nas quadras de arroz em período de crescimento. “Macoppi informa que, em 1990, quando ocorreu uma grande infestação de lagartas num quadro de 5 hectares, soltou 250 filhotes de marreco-de-pequim, que dizimaram, em questão de horas, as lagartas que já estavam provocando danos ao arroz irrigado.” Salienta-se a recomendação do agricultor, para que se utilizem “...animais jovens, cujo peso não provoque tombamento das plantas.”

Em casos de emergência como o apontado anteriormente, podem ser soltos 50 animais por hectare, mas como forma preventiva, utilizam-se de 2 a 8 marrequinhos por hectare, dependendo do histórico de infestação das lavouras de arroz. Não são necessárias mais aves por área, pois ficam em grupo e estão sempre deslocando-se na busca por alimento (FOTOGRAFIA 8). Segundo NONES (2001), a utilização do animal jovem é importante, pois quando adulto o marreco fica mais preguiçoso, alimentando-se e deslocando-se menos, “...preferindo os locais na lavoura onde a lâmina de água seja mais profunda e o arroz menos denso (mais

ralo), por isso, é importante começar com marrecos pequenos que cresçam juntamente com a cultura do arroz.”

FOTOGRAFIA 8 – MARRECOS DE PEQUIM JOVENS NA BUSCA POR ALIMENTO EM LAVOURA DE ARROZ IRRIGADO NO MUNICÍPIO DE TAIÓ/SC - 2000



FONTE: FARIAS, M. 2000.

Para sincronizar este manejo, é necessária a compra dos marrequinhos de um dia quando da semeadura do arroz, sendo dispensados os cuidados até 15 dias conforme visto anteriormente. Depois deste período, devem ser criados num abrigo coberto próximo à lavoura de arroz (FOTOGRAFIA 9), para que fiquem protegidos à noite. Para cada 6 a 7 marrecos é necessária a área de um metro quadrado. Eventualmente quando não há predadores, ou a lavoura for próxima à residência, o abrigo pode ser dispensado.

Aos 25 a 30 dias da semeadura, e os marrecos com igual idade, ou até 5 dias mais novos que o arroz, podem ser soltos na lavoura. É nesta fase de crescimento que os marrecos mais se alimentam, e o arroz ainda novo oferece pouca resistência ao seu deslocamento, e assim, a área explorada pelas aves é grande (NONES, 2001). Ao final de cada dia pode ser colocada ração no abrigo, possibilitando o recolhimento dos marrecos e facilitando o manejo, pois as aves

ficam mais mansas. Na manhã seguinte os marrecos devem ser soltos sem administrar-se ração, assim vão logo à procura de alimento na arrozeira.

FOTOGRAFIA 9 – ABRIGO PARA MARRECO DE PEQUIM JOVENS PRÓXIMO À LAVOURA DE ARROZ NO MUNICÍPIO DE AGROLÂNDIA/SC – 20 DEZ 2001



FONTE: O autor.

Os marrecos podem ficar na lavoura até o arroz atingir o “ponto de algodão”, ou seja, de 55 a 75 dias após a emergência. Até esta fase o controle do percevejo-do-colmo é satisfatório, com uma população reduzida do inseto. (NONES, 2001)

3.4.2.2 A criação de marrecos de Pequim na entressafra do arroz

Em Santa Catarina a entressafra do arroz vai normalmente de fins de março até início de setembro. A engorda de marrecos neste período (FOTOGRAFIA 10) é mais comum ser realizada no litoral do Estado. Conforme dados de EPAGRI (1992a), estima-se que em Santa Catarina são produzidos 200 mil marrecos de Pequim anualmente, envolvendo 650 famílias rurais na atividade. Os maiores mercados consumidores são o Vale do Itajaí e as cidades de Curitiba e São Paulo.

Nesta modalidade de criação, a lotação de marrecos por área depende primordialmente da disponibilidade natural de alimento, adotando-se os seguintes

critérios de marrecos por hectare: 80 a 100 em arrozeiras bastante inçadas com arroz-vermelho, arroz-preto, plantas aquáticas, etc, e com alta perda de grãos na colheita; de 60 a 80 em arrozeiras com inços em quantidade média e com a soca do arroz (colmos de arroz após a colheita); e de 40 a 50 em arrozeiras pouco inçadas. (EPAGRI, 1992a)

FOTOGRAFIA 10 – MARRECO DE PEQUIM EM QUADRA DE ARROZ IRRIGADO NO PERÍODO DE ENTRESSAFRA – 2000



FONTE: FARIAS, M. 2000.

A partir do 12.^o dia de vida os marrequinhos podem ser soltos nas arrozeiras, devendo-se para isso roçar a quadra mais próxima do abrigo e em seguida colocar uma lâmina d'água de 3 a 5 cm. Um pouco de ração e a alimentação natural deve atender às necessidades alimentares das aves até os 30 dias de idade.

Após o primeiro mês de vida, não é mais necessário a roçada das quadras, mas sim, a passagem de rotativa com a finalidade de expor mais alimento.

É aconselhado delimitar as quadras de arroz e realizar um sistema de rodízio, onde o tempo de ocupação de uma mesma área depende da movimentação das aves, ou seja, quando os marrecos estão bem alimentados, permanecem por um período de descanso nas taipas, caso contrário movimentam-se muito e com

barulho, sinalizando a falta de alimentos. A observação do criador é fundamental neste caso. (EPAGRI, 1992a)

Para que se possa obter marrecos de Pequim com 2,2 kg de peso limpo aos 90 a 120 dias e de boa aparência para comercialização, é necessária uma alimentação suplementar nos últimos 10 a 15 dias fornecendo: restos de comida, de verduras e frutas e ração para aves. Sempre que possível, é aconselhado o uso de ração específica para marrecos.

3.5 SISTEMA AGROSSILVICULTURAL COM ARROZ

Até o presente momento nesta dissertação, desenvolveu-se a integração do elemento animal com sistemas de arroz já em uso por uma pequena parcela de agricultores catarinenses. Esta seção pretende incorporar um conceito ainda não adotado nesta cultura pelos agricultores familiares do Estado, que é a integração com a silvicultura, ou seja, o uso e manejo de espécies lenhosas arbóreas e arbustivas em uso concomitante ou intercalado no tempo com o sistema de arrozeiras irrigadas.

MILZ (1997), num exemplo de integração de agrossilvicultura com arroz, comenta que a agricultura tradicional asiática desenvolveu sistemas sustentáveis de cultivo de arroz, que se aproximam muito do estado natural em que esta gramínea cresce. Para tanto, os agricultores da região têm construído terraços, desviado arroios e inundado parcelas para o crescimento do arroz irrigado. Nesta situação cada parcela, uma da outra, está dividida por camalhões onde cultivam bananeira, coco, rambotã (*Nephelium lappaceum*), *Sesbania grandiflora*, outras árvores e arbustos, e ainda, hortaliças. Para manejar esta diversidade:

ao início da época da chuva, podam drasticamente a vegetação dos camalhões e semeiam o arroz. Toda vegetação rebrota até que o arroz madure fisiologicamente. Depois da colheita do arroz semeiam feijão adzuk. Quando se colhe o feijão, a sesbânia e as outras árvores fecham totalmente os espaços. Ao final da época seca, ou seja, antes de voltar a semear arroz, cortam outra vez a vegetação dos camalhões aproveitando-a como adubo verde.

Em seu livro intitulado *Agricultura Natural: teoria e prática da filosofia verde*, FUKUOKA (1995) argumenta que para começar uma fazenda natural, ou então no presente caso, orgânica, além de campos para as plantações, deve-se incluir florestas fronteiriças. Estas florestas que cercam a fazenda, "...devem ser tratadas como reserva natural e usadas como fonte direta ou indireta de fertilizante orgânico." Podem ser encaradas como cinturões de defesa, quebra-vento e também contribuintes para o melhoramento ambiental. Comenta ainda que nestes locais deveriam ser plantadas árvores leguminosas que enriqueçam o solo, espécies que dão madeira de lei, árvores que forneçam alimentos para os pássaros e animais e aquelas que proporcionem um hábitat para os inimigos naturais das pragas de insetos.

No entanto, este é um tema que tem causado polêmica e resistência entre os agricultores familiares, principalmente entre aqueles que cultivam cereais como é o caso dos orizicultores catarinenses, que em boa medida têm suas lavouras implantadas em várzeas e próximas aos cursos d'água.

Tratando do tema das agroflorestas, RUSSO (2002) enfatiza que os casos brasileiros bem sucedidos de implantação e continuação nesta área, salvo algumas exceções, "...partiram de uma atividade já existente na propriedade e acabaram por permear toda a propriedade de uma forma ou de outra. São raros os produtores que trocam uma atividade conhecida e que lhes garante sustento por sistemas desconhecidos, por mais vantagens que estes apresentem."

RUSSO (2002) ainda comenta que muitos produtores optam por sistemas agroflorestais quando necessitam: recuperar áreas de preservação permanente e/ou reservas legais, quer seja para reincorporar áreas em desuso na propriedade, ou quando por força da lei, promover correção de conduta em relação à estas áreas; criar estoque de lenha e madeira na propriedade; complementar um sistema já existente e que necessita ser diversificado; e em casos de falta total de perspectivas, quando então a agrofloresta representa a última alternativa a ser usada.

Levando em conta estes fatores, considera-se que para a produção orgânica integrada da agrossilvicultura com arroz, a maneira mais barata e simples de implantar uma floresta fronteira, ao contexto de Fukuoka citado anteriormente, se dá ao permitir o crescimento da vegetação espontânea numa sucessão florestal próxima aos cursos d'água, áreas estas normalmente não agricultáveis. Mas para o crescimento desta vegetação acontecer sem maiores problemas, é necessário impossibilitar a entrada de animais para o pastoreio através de cercas.

Também é possível que em áreas planas de várzeas, nos limites de propriedades, nas bordas das quadras de arroz que fazem divisa com os cursos d'água, em faixas ao longo dos caminhos internos e estradas, etc., sejam implantadas árvores ou arbustos para o enriquecimento da biodiversidade, proteção contra o vento forte, alimento para a fauna silvestre, para os peixes da rizipiscicultura e marrecos, e para os outros usos apontados anteriormente. Em se tratando de arroz irrigado, é sempre necessário lembrar que esta vegetação arbustiva não deve causar sombra em demasia, bastando para tanto o plantio de espécies de porte menor e adaptadas às áreas úmidas (QUADRO 5) e de preferência que suportem a poda. Convém ainda lembrar que nas situações de talude muito inclinado e taipas estreitas, o plantio arbustivo fica inviabilizado, além da possibilidade de criar pontos de infiltração pelas raízes das árvores e perda de água lateral.

Alguns orizicultores por vezes, sem o conhecimento sistemático da agrossilvicultura, mantêm uma vegetação arbustiva em região de bordadura das quadras ou divisa de propriedade (FOTOGRAFIAS 11 e 12). Geralmente em faixas, tais áreas poderiam ser enriquecidas ou manejadas com cortes seletivos para a introdução de espécies arbustivas como as citadas no QUADRO 5.

O uso de espécies nativas arbóreas para a recomposição ou enriquecimento na agrossilvicultura com arroz, quando em maciços maiores, pode facilitar para o enquadramento da área de reserva legal da propriedade, sendo que também existe a perspectiva da família rural beneficiar-se pela existência destas formações florestais, com uma maior facilidade futura na obtenção de empréstimos, liberação

de projetos onde esteja envolvida a parte ambiental, ou renda indireta através de programas que visem o “seqüestro de carbono”.

QUADRO 5 - ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DO SUL DO BRASIL, HIGRÓFITAS, MENORES OU IGUAIS A DEZ METROS DE ALTURA

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	P/S/C	LUZ
Araçá-amarelo e vermelho ^{(1) (3) (4)}	<i>Psidium cattleianum</i>	Myrtaceae	S	Hel
Branquilha ^{(1) (5)}	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Euphorbiaceae	P	Hel
Cambucá ⁽⁴⁾	<i>Marlierea edulis</i>	Myrtaceae		
Cambuci ^{(3) (4) (5)}	<i>Campomanesia phaea</i>	Myrtaceae		Hel
Cambuim ou Cambui ^{(1) (4) (5)}	<i>Myrciaria tenella</i>	Myrtaceae		Esc
Capororoca-branca ^{(4) (5)}	<i>Rapanea guianensis</i>	Myrsinaceae	P	Hel
Capororoca-vermelha ^{(4) (5)}	<i>Rapanea ferruginea</i>	Myrsinaceae	P	Hel
Caputuna ou Chupa-ferro ^{(4) (5)}	<i>Metrodorea stipularis</i>	Rutaceae		Esc
Caputuna-preta ^{(4) (5)}	<i>Metrodorea nigra</i>	Rutaceae		Esc
Casca-d'anta ou Cataia ^{(2) (5)}	<i>Drimys winteri</i>	Winteraceae		Hel
Cerejeira ou Cereja ^{(1) (3) (4) (5)}	<i>Eugenia involucrata</i>	Myrtaceae	S	Hel
Chal-chal ou Vacunzeiro ^{(1) (4) (5)}	<i>Allophylus edulis</i>	Sapindaceae	P	Esc
Corticeira-do-banhado ⁽⁵⁾	<i>Erythrina crista-galli</i>	Leg. - Papilionoideae	P	Hel
Embaúba-do-brejo ^{(4) (5)}	<i>Cecropia pachystachya</i>	Cecropiaceae	P	Hel
Espinho-de-jerusalém ^{(1) (5)}	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Leg. - Caesalpinoideae	P	Hel
Goiaba-branca e vermelha ^{(1) (3) (4)}	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	P	Hel
Goiaba-da-serra ^{(1) (3) (4) (5)}	<i>Feijoa sellowiana</i>	Myrtaceae		Hel
Guaçatunga ^{(1) (2) (4) (5)}	<i>Casearia sylvestris</i>	Flacourtiaceae	P	H-E
Guamirim ou Cambuim ^{(1) (3) (4) (5)}	<i>Myrceugenia euosma</i>	Myrtaceae		
Ingá-banana ^{(1) (3) (4)}	<i>Inga uruguensis</i>	Leg. – Mimosoideae	P	Hel
Jaboticaba-pontuda ^{(3) (4) (5)}	<i>Myrciaria trunciflora</i>	Myrtaceae		
Licurana ou Sangra-d'água ⁽¹⁾	<i>Croton urucurana</i>	Euphorbiaceae	P	Hel
Maricá ⁽⁶⁾	<i>Mimosa bimucronata</i>	Leg. – Mimosoideae		
Mulungu-do-litoral ⁽⁵⁾	<i>Erythrina speciosa</i>	Leg. – Papilionoideae	P	Hel
Pata-de-vaca ^{(2) (5)}	<i>Bauhinia forficata</i>	Leg. – Caesalpinoideae	P	Hel
Pitanga ^{(1) (3) (4) (5)}	<i>Eugenia uniflora</i>	Myrtaceae	P	Hel
Sete-capotes ^{(3) (4)}	<i>Campomanesia guazumaefolia</i>	Myrtaceae		
Tamanqueiro ou Caxeta ⁽⁷⁾	<i>Tabebuia cassinoides</i>	Bignoniaceae	P	Hel
Urucum ⁽⁸⁾	<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae		Hel
Uvaia ^{(3) (4)}	<i>Eugenia reitziana</i>	Myrtaceae		

FONTES: LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992.

REITZ, R; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira de Santa Catarina**: levantamento das espécies florestais nativas com possibilidade de incremento e desenvolvimento. Itajaí: Herbário “Barbosa Rodrigues”, 1978.

LEGENDA: HIGRÓFITAS são espécies que se adaptam em solos úmidos.

P/S/C refere-se ao caráter de espécie pioneira (P), secundária (S) e clímax (C).

LUZ refere-se ao comportamento de heliófita (Hel), esciófita (Esc) ou ambos (H-E).

- (1) espécie para uso na apicultura
- (2) espécie medicinal
- (3) frutos comestíveis para pessoas
- (4) frutos para pássaros
- (5) espécie ornamental
- (6) lenha
- (7) madeira leve e mole para artesanato
- (8) corante

FOTOGRAFIA 11 – QUADRAS DE ARROZ IRRIGADO COM ÁRVORES NA DIVISA DE PROPRIEDADE NO MUNICÍPIO DE AGROLÂNDIA/SC – 20 DEZ 2001



FONTE: O autor.

NOTA: Propriedade do Sr. Gerhard Sievers.

FOTOGRAFIA 12 - CORDÃO VEGETAL DE BANANEIRAS ADJACENTE À ARROZEIRA IRRIGADA NO MUNICÍPIO DE ERMO/SC – MAR 2001



FONTE: BRESSAN, G. N.

NOTA: Propriedade do Sr. Márcio Neto.

3.6 AZOLLA, A SAMAMBAIA FIXADORA DE NITROGÊNIO

As gramíneas são conhecidas por apresentar alta resposta ao nitrogênio, e o arroz fazendo parte desta família de plantas, segue igualmente esta tendência. Pode-se dizer que “o nitrogênio é o nutriente fundamental na produção de arroz.” (ROGER; ZIMMERMAN; LUMPKIN, 1993)

Este fato não se verifica apenas nos sistemas atuais de produção de arroz. Conforme THORP e RICHARDSON citados em ELLIS e WANG (1997), “os rendimentos das colheitas estavam limitados pelo nitrogênio nos sistemas de agricultura tradicionais da China”. Durante os anos de 1930, uma série de experimentos fatoriais de N-P-K conduzidos em mais de 300 locais na China, mostraram alta resposta ao nitrogênio em todo sistema de cultivo estudado, sendo que respostas para P e K sempre eram menores, e mais localizadas.

Os agricultores tradicionais chineses sempre procuraram adicionar fontes nitrogenadas aos cultivos, através de resíduos orgânicos, esterco, plantas servindo como adubação verde, e todo material que incrementasse o crescimento das culturas. Plantas leguminosas com capacidade para fixação biológica de nitrogênio já eram usadas há séculos, no entanto, “a tecnologia mais velha empregando microorganismos fixadores de N_2 em campos de arroz foi a utilização de *Azolla*”, e aliando-se a isto os microrganismos de vida livre, pode-se considerar que “a fixação biológica de N_2 em campos de arroz tem sido o sistema mais efetivo por sustentar a produção em cultivo tradicional de baixa contribuição” ou, baixa entrada de insumos industriais. (ROGER; ZIMMERMAN; LUMPKIN, 1993)

Atualmente a preocupação com a sustentabilidade na produção de alimentos, pede a consideração do componente ambiental. Adubos nitrogenados sintéticos apresentam alto custo energético de fontes não renováveis como o petróleo, problemas de poluição pela fabricação e transporte, contaminação de águas, e ainda “...a recuperação de fertilizante de N em arroz de terras úmidas é raro mais do que 30-40%”, pois “...o arroz obtém a maioria de seu N do solo, não

obstante a quantia aplicada de fertilizante químico de N". (ROGER; ZIMMERMAN; LUMPKIN, 1993)

Sendo assim, a fixação biológica representa uma fonte fundamental de nitrogênio em sistemas de agricultura orgânica. Esta seção abordará os principais aspectos do cultivo da *Azolla* em sistemas de arroz irrigado, e outros usos desta planta.

3.6.1 Identificação e Dispersão de *Azolla* spp.

Azolla (FOTOGRAFIA 13) é uma pteridófita (samambaia) aquática de água doce, flutuante principalmente em águas calmas, herbácea, com folhas muito pequenas alternas, sésseis, imbricadas bilobadas com uma só nervura; numa cavidade do lóbulo superior vivem colônias de cianobactérias (algas cianofíceas do gênero *Anabaena*); é ramificada, prostrada sobre a superfície da água, caule com cerca de 1 cm e provido de pequenas raízes filamentosas, com reprodução por esporos e por meios vegetativos. É conhecida popularmente por: almíscar-vegetal, samambaia-aquática, azola, feto-mosquito, murerê-rendado, mururé-rendado, âmbar-vegetal, musgo-da-água e tapete-da-água (SEHNEM, 1979 e LORENZI, 1991)

FOTOGRAFIA 13 – *Azolla filiculoides* Lam. EM TANQUE DRENADO DE PISCICULTURA NO MUNICÍPIO DE AGROLÂNDIA/SC – 23 OUT 2001



FONTE: O autor.

NOTAS: Primeiro plano: plantas de *Azolla* aderidas ao solo do fundo do tanque. Propriedade agrícola do Sr. Valdir Sandrini.

O gênero *Azolla* foi estabelecido por Lamarck em 1783. Pertence à ordem *Salviniales* e à família monotípica *Azollaceae* (FIORE, 1984). Conforme ROGER, ZIMMERMAN e LUMPKIN (1993), existem sete espécies conhecidas de *Azolla*, divididas em duas seções, ocorrendo em larga faixa de latitude em cinco continentes (QUADRO 6).

QUADRO 6 – TAXONOMIA E GAMA CONTINENTAL DAS ESPÉCIES DE *Azolla*

ESPÉCIES	DISTRIBUIÇÃO INERENTE (ORIGINAL)
Seção <i>Azolla</i>	
<i>A. filiculoides</i> Lamarck	América do Norte e América do Sul
<i>A. mexicana</i> Presl	América do Norte e América do Sul
<i>A. microphylla</i> Kaulfuss	América do Norte e América do Sul
<i>A. caroliniana</i> Willdenow	América do Norte e América do Sul
<i>A. rubra</i> R. Brown	Ásia, Austrália
Seção <i>Rhizosperma</i>	
<i>A. pinnata</i> R. Brown	
var. <i>pinnata</i> R. Brown	Austrália, África
var. <i>imbricata</i> Roxburgh	Ásia
<i>A. nilotica</i> DeCaisne	África

FONTE: ROGER, P. A.; ZIMMERMAN, W. J.; LUMPKIN, T. A. Microbiological Management of Wetland Rice Fields. In: METTING JR., F. B. (Ed.). **Soil Microbial Ecology: Applications in Agricultural and Environmental Management**. New York: Marcel Dekker, 1993. p. 422.

ASHTON mencionado em SHI e HALL (1988), comenta que geralmente “...espécies de *Azolla* têm sido encontradas em ambientes de água doce tais como tanques, pântanos, canais, poços de drenagem e, significativamente, campos de arroz. Desde que a ação de vento e ondas, bem como outras turbulências causam fragmentação e diminuição de crescimento, a *Azolla* não é encontrada em grandes lagos ou prontamente em águas que se movem.”

Até 1985 foram encontradas naturalmente três espécies de *Azolla* em oito estados brasileiros, como segue: *A. caroliniana* (Amazonas, Pará, Bahia, Goiás, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), *A. filiculoides* (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), e *A. microphylla* (Bahia e Paraná). (FIORE; SAITO, 1985)

SEHNEM (1979) informa que em Santa Catarina a espécie *Azolla filiculoides* foi encontrada nos seguintes municípios e datas: Ibirama (1956) e Tijucas (1976), e

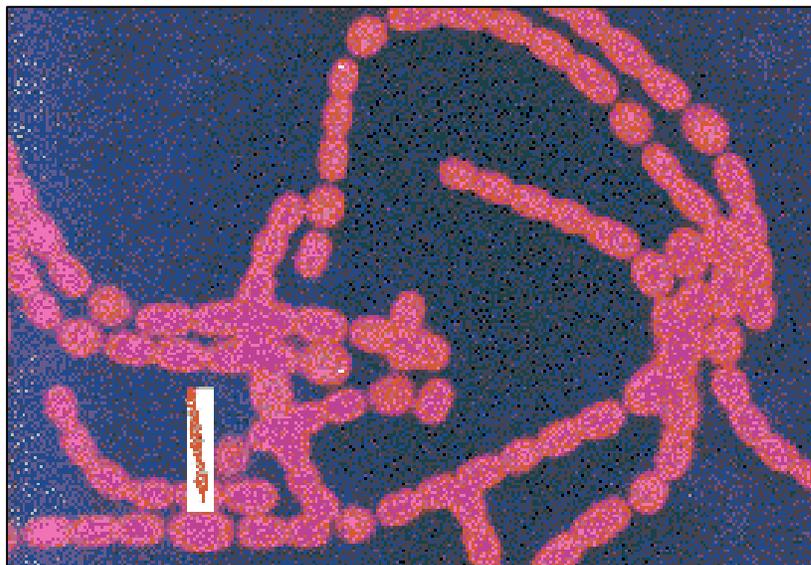
a *Azolla caroliniana* em Antônio Carlos (1943), Turvo (1943), Biguaçu (1943 e 1947) e Bom Retiro (1948).

Segundo FIORE e SAITO (1985), observa-se que a *Azolla* aparece no meio natural entre outras plantas aquáticas como: “...*Lemna* spp., *Pistia* spp. (alface-da-água), *Salvinia* spp., *Eichhornia* spp. (aguapé), *Oryza perennis* e *Paspalum repens*, as quais servem para protegê-la das turbulências, correntezas e altas radiações solares.”

3.6.2 A Simbiose *Azolla* x *Anabaena azollae*

A capacidade da *Azolla* em fixar nitrogênio é devido à sua simbiose com a cianobactéria (alga cianofíceia) *Anabaena azollae* Strasb. (1873) (FOTOGRAFIA 14), que vive dentro de uma cavidade basal do lóbulo dorsal de cada folha da samambaia, e portanto, apresenta vida endofítica. Esta associação pode crescer sem nitrogênio mineral, sendo que o nitrogênio da *Azolla* é liberado no ambiente externo quando de sua decomposição e mineralização (ROGER; ZIMMERMAN; LUMPKIN, 1993).

FOTOGRAFIA 14 – CÉLULAS VEGETATIVAS E HETEROCISTOS DE *Anabaena azollae* - 2001



FONTE: WATANABE, I. **ABC of *Azolla***. Revised on 01 July 2001. Disponível em: <<http://www.asahi-net.or.jp/~it6i-wtnb/Azolla~E.html>> Acesso em: 18 dez. 2001.

NOTA: A seta indica um heterocisto (célula fixadora de N₂).

A. azollae forma colônias filamentosas com a presença de heterocistos, que são as células responsáveis pela fixação de dinitrogênio (N_2), encontrando-se a intervalos ao longo do filamento bacteriano. Heterocistos apresentam parede celular espessa, são maiores que as células vegetativas, e por apresentarem baixíssima concentração de oxigênio (O_2) em seu interior, possibilitam a atuação da enzima nitrogenase, responsável pela redução do N_2 . Estas condições da simbiose permitem que o processo anaeróbico de fixação do nitrogênio atmosférico, ocorra sob as condições aeróbicas criadas pela fotossíntese com emissão de O_2 pelos simbiosites. Filamentos de *A. azollae* ao fixar ativamente N_2 em simbiose com *Azolla*, têm frequência de heterocistos de 20-30% (ROGER; ZIMMERMAN; LUMPKIN, 1993 e ZIMMERMAN, 1993). No entanto, segundo WAGNER (1997), enquanto em espécies não simbióticas de *Anabaena* os heterocistos nunca compõem mais que 3-5% das células, eles compõem até 40% das células do simbiote em folhas maduras de *Azolla*.

Conforme FIORE (1984), “a cianobactéria *Anabaena azollae* é a única espécie mencionada na associação simbiótica com *Azolla*”, porém a samambaia pode apresentar outras espécies de bactérias no interior da cavidade do lóbulo dorsal, como *Alcaligenes faecalis* e *Canlobacter fusiformis*. Já conforme SHI e HALL (1988), *A. azollae* compartilha a cavidade das folhas da *Azolla* com *Pseudomonas* e *Azotobacter*, mas PETERS e MAYNE citados pelos últimos autores, “...concluíram que elas não eram fixadoras de nitrogênio.” Por outro lado, a *Azolla* livre da endófito raramente ocorre na natureza. WAGNER (1997) em sua revisão, esclarece que nenhuma outra espécie de alga (cianobactéria) existe nas cavidades da folha de *Azolla*. Porém, populações pequenas de bactérias não fixadoras de nitrogênio acontecem, tal como *Pseudomonas* e *Azotobacter* como também *Arthrobacter*.

Segundo VAN HOVE citado em WAGNER (1997), a relação entre *Azolla* e *Anabaena azollae* é uma permanente simbiose, isto é, os dois organismos estão associados em todas as fases do ciclo de vida da samambaia, e a associação persiste de uma geração para outra, não obstante a reprodução seja sexual ou assexual.

3.6.3 Principais Características da Morfologia e Fisiologia de *Azolla*

As plantas de *Azolla* quando maduras medem de 0,5 até 7,0 cm de diâmetro com raízes individuais de 1,5 cm de comprimento, exceto *A. nilotica*, que apresenta um rizoma de 40 cm e feixes de raízes de 15 cm ou mais. As raízes são iniciadas nos pontos do ramo juntamente com o rizoma. O lóbulo dorsal das folhas é clorofilado, exceto na margem transparente, e contém a cavidade com a colônia de *Anabaena*, sendo conectada à atmosfera por um poro. O lóbulo ventral é quase aclorofilado possuindo várias câmaras, e proporciona a flutuabilidade da planta. (FIORE, 1984).

Na simbiose *Azolla* x *Anabaena*, os dois organismos são fotoautotróficos, e ambos metabolismos fotossintéticos são do tipo C3, no entanto, nos heterocistos de *Anabaena* a atividade do fotossistema II, responsável pela produção de O₂, é baixa (FIORE, 1984). Conforme RAY et al., citado em SHI e HALL (1988), os espectros de atividade para a fotossíntese na associação, e para *Azolla* livre da endófito, são muito similares mutuamente e para outras plantas verdes, com a máxima quantidade de rendimento ocorrendo entre 650 e 670 nm. WAGNER (1997) comenta que a simbiose *Azolla* x *Anabaena* é capaz de fotossintetizar a taxas mais altas que a maioria das plantas C4, visto que a variedade de pigmentos contida nas duas companheiras são complementares e podem capturar uma gama extensa de comprimentos de onda de luz.

Segundo FIORE (1984), “a fotossíntese se satura à cerca de 400 micro E.m⁻².s⁻¹ e não diminui até valores da ordem dos 2000 micro E.m⁻².s⁻¹, o que corresponde a valores da ordem dos 20 mil a 100 mil lux. O fotoperíodo afeta pouco a atividade fotossintética e o crescimento aumenta, embora não linearmente, com a duração da luminosidade. O máximo se alcança em regime de iluminação contínua.” O ponto de saturação de luz fotossintética é cerca de 6 mil lux para *A. imbricata* e *A. filiculoides* na primavera, e cerca de 8 mil lux para *A. imbricata* e cerca de 14 mil lux para *A. filiculoides* no verão (SHI e HALL, 1988). É salientado por FIORE (1984), o fato da redução de N₂ diminuir rapidamente no escuro devido a falta de energia (ATP) fornecida aos heterocistos.

A relação entre a composição do peso seco pelo peso fresco em *Azolla* é delicada de medir, devido à dificuldade de padronizar os métodos de eliminação da água aderida na superfície das plantas. Apesar disto, numerosos trabalhos relatam um intervalo de 5 a 7% para a matéria seca de *Azolla*, e para as cinzas valores entre 9,7 e 23,8% do peso seco. A composição por elementos químicos na *Azolla* aparece na TABELA 6. (FIORE, 1984)

TABELA 6 – COMPOSIÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS PRESENTES EM *Azolla* spp.

ELEMENTO	COMPOSIÇÃO
Nitrogênio – N (%)	1,96 – 5,30
Fósforo – P (%)	0,16 – 1,59
Potássio – K (%)	0,31 – 5,97
Cálcio – Ca (%)	0,45 – 1,70
Magnésio – Mg (%)	0,22 – 0,66
Enxofre – S (%)	0,22 – 0,73
Silício – Si (%)	0,16 – 3,53
Sódio – Na (%)	0,16 – 1,31
Cloro – Cl (%)	0,62 – 0,90
Alumínio – Al (%)	0,04 – 0,59
Ferro – Fe (%)	0,04 – 0,59
Manganês – Mn (ppm) ⁽¹⁾	66 – 2944
Cobre – Cu (ppm)	0 – 264
Zinco – Zn (ppm)	26 – 989

FONTE: FIORE, M. de F. **Fixação biológica de N₂ em arroz.** Apostila do I Curso de Produção de Arroz – EMBRAPA/CNPAF. Goiânia/GO, 09 a 27 jan. 1984. p. 31

NOTA: Composição em base de matéria seca (fitomassa seca) representando 7 espécies e 126 amostras.

(1) ppm = partes por milhão

A reprodução assexuada ou vegetativa é o meio mais comum de reprodução de *Azolla* spp., tanto na natureza como em aplicações agrícolas. Consiste em multiplicação por fragmentação simples das folhagens, e isto acontece quando os rizomas secundários mais desenvolvidos, ou ramos, formam camadas de abscisão em suas bases e rompem-se do rizoma principal. (WAGNER, 1997)

FIORE (1984) observa que quando a *Azolla* cresce não flutuando na água, ou seja, num solo úmido, e forma um tapete compacto, a fragmentação torna-se impossível e resulta num declínio da taxa de produção de fitomassa. Em relação à

reprodução, condições ótimas incluem a possibilidade de fragmentação e espaço adequado para a dispersão da folhagem.

3.6.4 Influência dos Fatores do Meio Que Afetam *Azolla-Anabaena*

O nome *Azolla* implica em que a planta morre sob condições de seca (azo: secar, ollyo: matar). É pois uma planta de ambiente aquático, encontrando-se nestes ecossistemas em climas temperados, subtropicais e tropicais ao redor do mundo. Até certo ponto, a associação *Azolla x Anabaena* está sujeita às mesmas limitações que cianobactérias de vida livre, mas ela tem a vantagem de ser prontamente distinguida pelo agricultor, poder fixar N_2 na presença de NO_3^- e NH_4^+ , e em geral ser mais tolerante a pH baixo, salinidade, etc. do que cianobactérias de vida livre. (SHI e HALL, 1988)

Apesar das vantagens ambientais apontadas anteriormente, ROGER, ZIMMERMAN e LUMPKIN (1993), lembram prudentemente que "...o potencial realizável de *Azolla* como um adubo verde é restringido por fatores climáticos, disponibilidade e qualidade de água, fatores de solo, nutrição mineral, e a necessidade de gerenciamento intensivo de mão-de-obra." Vantagens e limitações do meio para o crescimento de *Azolla* serão abordadas a seguir.

3.6.4.1 Água

O crescimento de *Azolla* é favorecido por uma lâmina d'água de 3 a 5 cm, por dois motivos principais: a proximidade das raízes ao solo que favorece a nutrição mineral, e a redução da turbulência na superfície d'água. Ao contrário, uma lâmina muito pequena que favoreça o enraizamento das plantas, diminui o crescimento FIORE (1984). Apesar disto, a *Azolla* pode crescer satisfatoriamente em profundidades maiores. (WAGNER, 1997)

Uma cobertura completa da *Azolla* na lâmina d'água, proporciona uma evapotranspiração menor que a evaporação da água nas mesmas condições climáticas. FIORE (1984)

HOST e YOPP citados por ROGER, ZIMMERMAN e LUMPKIN (1993), colocam que a *Azolla* cresce bem num pH de 4-9, e portanto, o pH não é um fator limitante para a *Azolla* em campos de arroz submergidos. WAGNER (1997), coloca que a faixa ótima de pH para crescimento de *Azolla* é de 4,5 até 7,0, embora ela possa sobreviver dentro de uma faixa de 3,5 até 10,0. O último autor ainda coloca que "...a fixação ótima de nitrogênio descobriu-se estar a um pH de 6,0 com uma temperatura de 20 °C."

A elevada salinidade da água representa um problema para algumas regiões rizícolas. Conforme FIORE (1984), numa concentração ao redor de 1 g.l⁻¹ de NaCl ocorre toxicidade para a *Azolla*, e uma concentração de 0,5 g.l⁻¹ promove um estímulo ao crescimento.

3.6.4.2 Nutrição

Apesar da capacidade da *Azolla* de crescer em meio livre de N-mineral, por exemplo NO₃⁻ e NH₄⁺, normalmente à campo, uma parte do N contido na fitomassa da planta provém do N-mineral, e não pode ser considerado como uma contribuição da simbiose com *A. azollae*. (FIORE, 1984)

Ao contrário de relatórios antigos, descobriu-se recentemente que apesar da *Azolla* não requerer nitrogênio no meio para seu crescimento, o nível de nitrogênio na água influi em seu crescimento, e afeta negativamente as taxas de fixação de N₂. (WAGNER, 1997)

SHI e HALL (1988) argumentam que, exceto para o nitrogênio, o crescimento de *Azolla* pode ser limitado pela disponibilidade de outros nutrientes, especialmente fósforo e ferro. Conforme LUMPKIN citado em WAGNER (1997), a *Azolla* requer todos os elementos essenciais que são requeridos por outras plantas, mais molibdênio e cobalto, que são requeridos para fixação de nitrogênio.

De forma semelhante às cianobactérias de vida livre, o P é freqüentemente um fator limitante do crescimento de *Azolla* na orizicultura. “Quando se encontra em concentração suficiente no meio é acumulado pela *Azolla*, a qual pode conter até 1,6% do peso seco, sendo suficiente 0,23%. Disto pode-se dizer que um inóculo de *Azolla* bem alimentado em P poderá desenvolver-se consideravelmente em um meio deficiente” (FIORE, 1984). WATANABE et al. citados em WAGNER (1997), “...mostraram que *Azolla* enriquecida com fósforo, inoculada em campos de arroz, era capaz de multiplicar 5-7 vezes antes de se tornar deficiente em fósforo.”

Plantas deficientes em P apresentam raízes abundantes, mais largas e curvadas que o normal, e coloração arroxeadada para vermelho escuro, devido a produção de antocianinas (pigmentos). No entanto, salienta-se que a produção destes pigmentos não está condicionada unicamente à deficiência em P, pois também são induzidos por intensidade luminosa elevada, baixa temperatura e diversos desequilíbrios nutricionais. (FIORE, 1984)

WATANABE, comentado em ROGER, ZIMMERMAN e LUMPKIN (1993), recomenda o uso de um quilograma de P_2O_5 por hectare cada 4 dias. No entanto, K, Ca, Mg e alguns elementos traço também são importantes para o crescimento e fixação biológica de N_2 . No Vietnã, a aplicação de campo de *Azolla* é combinada com aplicações separadas de P, K, e adubo de curral. Cinza as vezes é usada para substituir as correções químicas.

LUMPKIN comentado em WAGNER (1997), lembra que “...quando a *Azolla* é incorporada e se decompõe, o mesmo fósforo que foi aplicado como fertilizante, torna-se então disponível para captação pelo cultivo de arroz.”

3.6.4.3 Temperatura e radiação

Segundo ROGER, ZIMMERMAN e LUMPKIN (1993), a temperatura ambiente ótima para o crescimento de *Azolla* está entre 20 e 30°C, exceto para *A. rubra*, que se desenvolve a temperaturas mais frescas.

WAGNER (1997) no entanto, menciona que a temperatura ótima para *Azolla* é entre 18° e 28 °C, embora algumas espécies possam sobreviver numa ampla faixa de temperatura de cerca de -5° a 35 °C. A temperatura ótima para *A. pinnata*, *A. mexicana*, e *A. caroliniana* é em torno de 30°C. Taxas de crescimento são reduzidas acima de 35°C e nenhuma espécie pode sobreviver a temperaturas prolongadas acima de 45°C.

A *Azolla* geralmente cresce melhor em menos do que em muita luz solar, exceto em latitudes altas durante a primavera. Por outro lado, baixas intensidades de luz sob um crescimento denso de arroz causam o sofrimento e a morte da *Azolla*. O fotoperíodo ótimo para crescimento de *Azolla* é 20 horas. (WAGNER, 1997)

TALLEY e RAINS (1980) pesquisando *A. filiculoides* em ambiente controlado e a campo no Vale de Sacramento, Califórnia, EUA, descobriram que o ótimo para a fixação de N₂ ocorre quando a temperatura está entre 25/15 e 30/20 °C (fotoperíodo e termoperíodo de 12 horas com temperaturas para dia/noite) e o fluxo de fótons está em aproximadamente 500 $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$. Comentam também que para os:

estudos de ambiente controlado e aclimatação à temperaturas, podemos prever que o crescimento e a fixação de N pela associação será máxima quando a temperatura da superfície da *Azolla* no período da manhã e da tarde está entre 25 e 30 °C (permitindo o máximo sustentável de atividade de nitrogenase e crescimento) e as temperaturas do meio-dia entre 30 e 40 °C (a temperatura ótima para pequenos períodos de resposta da nitrogenase). Esta condição é mais provável em abril – o mês em que os estudos de campo mostraram o mais rápido crescimento da *A. filiculoides*.

A umidade relativa ótima para *Azolla* é cerca de 85-90%, e quando menos de 60%, torna-se seca e frágil. (WAGNER, 1997)

3.6.4.4 Fatores bióticos

Certos fatores bióticos também afetam a *Azolla*. Ela pode ser atacada por insetos lepidópteros, dípteros ou doenças fúngicas, particularmente durante períodos quentes e úmidos. Os caracóis são uma infestação comum na *Azolla*. (WAGNER, 1997)

Segundo ABREU, PURCINO e PURCINO (1985) “os insetos que atacam a *Azolla* são diferentes daqueles que atacam o arroz, e os principais são: *Pyralis* sp., *Nymphula* sp., *Cryptoblabis* sp. e *Bagous* sp.”

A competição intraespecífica também afeta o desempenho da *Azolla*. HECHLER e DAWSON citados em WAGNER (1997), verificaram que uma densidade alta de planta diminuiu a atividade específica de nitrogenase por unidade de fitomassa e por unidade de área. Descobriram que a densidade ótima de planta para a atividade de nitrogenase em *A. caroliniana* era 50-100 g de peso seco por metro quadrado.

3.6.5 Uso de *Azolla* na Produção de Arroz Irrigado

Já é de longa data o uso de *Azolla* como um biofertilizante em arrozais asiáticos. Conforme SHI e HALL (1988), as primeiras menções da planta parecem estar em um antigo dicionário chinês que apareceu a cerca de 2000 anos atrás. A *Azolla* era usada por volta do século XI no Vietnã. Por volta de 1980 um interesse renovado nesta associação simbiótica foi mostrado pela demanda de uma tecnologia agrícola menos dependente de energia fóssil.

Particularmente nos últimos cinco anos, o grande crescimento da agricultura orgânica e o início da comercialização do arroz orgânico pelo Sistema Agroindustrial do arroz em 1998, tem colocado novamente em questão a busca por fontes locais para a geração de fertilidade nos agroecossistemas de arroz irrigado. A associação *Azolla* x *Anabaena* representa um potencial para satisfazer os anseios recentes, cujas características para uso na produção orgânica de arroz irrigado são apresentadas a seguir.

3.6.5.1 Manutenção de inóculo de *Azolla*

Para que se possa manter a *Azolla* viva durante os períodos críticos de inverno e verão, é necessário abrigá-la dos extremos climáticos. Em regiões de altas latitudes, estufas fechadas previnem contra os efeitos de temperaturas frias, e se

necessário, uma fonte disponível de água morna provê proteção adicional. Em contrapartida, locais com água fresca, sombra parcial e ventilação boa, são necessários para a *Azolla* passar o verão. (ROGER; ZIMMERMAN; LUMPKIN, 1993)

Com o objetivo de proporcionar sombreamento no verão, plantas herbáceas altas podem ser plantadas ao redor da margem do viveiro, ou a *Azolla* pode ser intercultivada com arroz, *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes*, ou *Alternanthera philoxeroides*. (LUMPKIN comentado em WAGNER, 1997)

Antes da estação de crescimento do arroz, a *Azolla* deve ser multiplicada em quantidades suficientes para a inoculação das quadras, para que possa ocorrer o cultivo de campo. Isto pode ser feito em viveiros de multiplicação, canais, lagoas ou mesmo em pequenas áreas de quadras. Durante esta fase, a *Azolla* crescida deve ser subdividida continuamente, a fim de prevenir a competição por luz, espaço e nutrientes e assim manter uma taxa de crescimento rápida. (WAGNER, 1997)

3.6.5.2 Sistemas de cultivo da *Azolla*

Conforme indicação de LUMPKIN, comentado em WAGNER (1997), o nível de inoculação de *Azolla* nas quadras para a produção de fitomassa com fins de adubação verde, varia de 250 a 8000 kg.ha⁻¹, dependendo do espaço de tempo que ela pode crescer como um monocultivo ou intercultivo, a disponibilidade de inóculo, e os custos para incorporações freqüentes.

Exemplos de quantidades de *Azolla* para uso como um inóculo em diferentes situações são apresentadas no QUADRO 7.

Conforme ABREU, PURCINO e PURCINO (1985), existem três sistemas para o cultivo da *Azolla* na cultura do arroz irrigado:

- a) monocultura em pré-plantio do arroz: produção e incorporação de uma ou mais coberturas de *Azolla* antes da semeadura ou transplante de mudas de arroz;

- b) cultivo simultâneo ou consórcio: a *Azolla* é cultivada juntamente com o arroz. Com plantas jovens de arroz pode competir por nutrientes, mas este período é até 10 a 20 dias após a inoculação da *Azolla* (FIORI e SAITO, 1985). Um ponto favorável no cultivo simultâneo é o controle de plantas daninhas. Conforme WATANABE (2001), uma cobertura com *Azolla* na água de irrigação, reduz a penetração de luz à superfície do solo, resultando na diminuição da germinação de ervas. Assim, "...o crescimento de *Azolla* reduz a ocorrência de ervas daninhas aquáticas em campos de arroz inundados" e segundo FIORE (1984), outro fator a contribuir é "...a resistência física para a emergência da planta daninha criada por um pesado tapete de *Azolla* entrelaçado."; e
- c) sistema combinado: utilização em seqüência dos dois sistemas anteriores. Há nitrogênio disponível no início e no final do desenvolvimento do arroz.

QUADRO 7 – EXEMPLOS DE QUANTIDADES DE INÓCULO DE *Azolla* EM SITUAÇÕES ESPECÍFICAS

LOCAL	QUANT. INÓCULO (kg fitomassa verde.m ⁻²)	SITUAÇÕES
China	0,4 – 0,6	Cultivo no campo.
	0,3 – 0,4	Transplântio de <i>Azolla</i> um dia antes ou no mesmo dia do transplante do arroz.
	0,5 – 0,6	Transplante de <i>Azolla</i> cinco a sete dias após o transplântio de arroz.
Índia	0,1 – 0,4	Rápida multiplicação de <i>Azolla</i> .
	0,05 – 0,1	Sistema a base de fertilizantes.

FONTE: LUMPKIN e PLUCKNETT citados em ABREU, C. A. de; PURCINO, J. R. C.; PURCINO, A. Á. C. *Azolla*: fonte alternativa de nitrogênio para arroz cultivado em várzeas inundáveis. Belo Horizonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), 1985. p. 12. (Boletim Técnico, n. 20)

Em pesquisa desenvolvida na Estação Experimental de Itajaí (SC), NOLDIN e RAMOS (1984) testaram a produção de fitomassa verde e incorporação de nitrogênio da *Azolla*, sob três diferentes épocas de cultivo: antes da semeadura do arroz (agosto/outubro); em consorciação com o arroz (novembro/março); e após a colheita do arroz (maio/julho). Confirmaram os experimentos da literatura nacional, ou seja, a maior eficiência do uso do nitrogênio da *Azolla* pelo arroz, se dá quando esta é cultivada e incorporada ao solo antes da semeadura do cereal, sendo que neste período, a *Azolla* apresentou as maiores produções de fitomassa verde e quantidades de nitrogênio incorporadas. Enfatizam os pesquisadores que nas

condições de Santa Catarina, o sistema de semeadura a lanço de sementes pré-germinadas não permite o cultivo consorciado da *Azolla* com arroz. Também colocam que “há necessidade de selecionar-se ecotipos de *Azolla* adaptadas às condições ecológicas das regiões onde se emprega o sistema de semeadura em solo inundado em Santa Catarina.”

3.6.5.3 Potencial e efeitos da *Azolla* como um adubo verde para arroz irrigado

Segundo FIORE (1984), sob condições favoráveis de campo, a *Azolla* pode dobrar seu peso em 3 a 5 dias e acumular 2 a 4, ou mais, kg de N.ha⁻¹.dia⁻¹. Estas características colocam a *Azolla* como um adubo verde, que exerce sua influência sobre a fertilidade do solo pelo seu conteúdo em nitrogênio e matéria orgânica. TALLEY et al., mencionados em SHI e HALL (1988), relataram uma taxa de fixação diária de 1,2 kg de N.ha⁻¹.

Conforme WATANABE citado em WAGNER (1997), taxas de fixação para *Azolla* ocorrem de 1,0 a 3,6 kg N.ha⁻¹.dia⁻¹ e a fitomassa máxima atingida é 3190 kg.ha⁻¹ de peso seco para *A. caroliniana*, e varia, igualmente em peso seco, de 640 a 2170 kg.ha⁻¹ para *A. pinnata*, de 830 a 1100 kg.ha⁻¹ para *A. mexicana*, e de 1700 a 5200 kg.ha⁻¹ para *A. filiculoides*. Assim, estas taxas e quantidades colocam a possibilidade de considerar que “...geralmente a *Azolla-Anabaena* é capaz de fixar nitrogênio a taxas mais altas que leguminosas.”

Além do suprimento de N, os benefícios de *Azolla* como um adubo verde incluem a provisão de outros nutrientes minerais, pois crescendo num arrozal, absorve nutrientes da água de inundação, que de outra maneira poderiam ser perdidos. *Azolla* também é uma fonte de carbono, sendo que seu uso continuado pode incrementar os níveis de matéria orgânica no solo (FIORE, 1984 e ROGER; ZIMMERMAN; LUMPKIN, 1993). A aplicação de *Azolla* melhora a fertilidade do solo aumentando o N total, carbono orgânico, e fósforo disponível no solo, e também melhora a estrutura do solo quando incorporada, por causa de sua alta produtividade, que provê grandes quantidades de matéria orgânica (WAGNER, 1997). Outro benefício da aplicação de *Azolla* como um biofertilizante é que em

ambientes com baixo potássio, ela tem uma maior habilidade para acumular este nutriente do que o arroz. Assim, quando ela se decompõe, age indiretamente como um fertilizante de potássio (VAN HOVE, comentado em WAGNER, 1997).

Quando a *Azolla* é incorporada ao solo, os nutrientes são liberados lentamente, conforme avança a decomposição da fitomassa. Ao contrário do que se poderia imaginar, a *Azolla* "...realmente começa a se decompor em 5-10 dias, e são necessárias seis semanas ou mais para que a maioria dos nutrientes sejam liberados. Isto se deve ao seu alto teor de lignina", que varia de 9,3 a 34,8% em relação a matéria seca. Desta forma, "...somente 10-40% do N-*Azolla* é liberado e absorvido pela primeira cultura de arroz, e portanto, o segundo cultivo pode ser ainda beneficiado." A relação C/N da *Azolla* varia de 8-17/1, assegurando assim que o N da fitomassa "...não seja recolhido por bactérias que estão envolvidas na decomposição de uma grande quantidade de resíduos carbonáceos de plantas." (FIORE, 1984)

Em campos de arroz irrigado, a maioria do nitrogênio fixado só fica disponível à cultura depois que a *Azolla* se decompõe, embora uma quantidade pequena de amônio é liberada na água pela *Azolla* durante seu crescimento. CHUNG-CHU comentado em WAGNER (1997) "...determinou que 3-4% do nitrogênio total fixado pela *Azolla* é excretado no meio durante seu crescimento." Durante a decomposição, o nitrogênio orgânico da *Azolla* é mineralizado rapidamente durante as primeiras duas semanas e então, a uma taxa mais gradual, liberado principalmente na forma de amônio.

Pode-se considerar que os efeitos benéficos duradouros provocados por adubos verdes, tais como *Azolla* e *Sesbania*, são a longo prazo. WAGNER (1997), comentando VENTURA e WATANABE, relata que num experimento onde foram plantados dez cultivos de arroz de forma consecutiva, a aplicação dos adubos verdes citados, "...ambos como um monocultivo e como um intercultivo, aumentaram o rendimento de grãos de 1,8-3,9 t.ha⁻¹ acima dos controles, um efeito semelhante, ou maior, do que o efeito da aplicação de 60 kg N-uréia.ha⁻¹. Os adubos verdes

foram reconhecidos por ter efeitos residuais benéficos depois de nove colheitas de arroz, considerando que fertilizante de síntese química (uréia) não.”

Resultados de 422 experimentos de campo realizados com *Azolla* na República Popular da China, relatam aumentos de produção de arroz de 0,4 até 158%, com média de 18,6%. Na Índia foram obtidos aumentos de 6%, quando a *Azolla* foi cultivada simultaneamente com arroz, e 9 a 38% quando incorporada. (FIORI; SAITO, 1985)

TALLEY e RAINS (1980) numa pesquisa de campo na Califórnia, EUA, verificaram que 40 kg N.ha⁻¹ na forma de *A. filiculoides* desidratada e incorporada no solo durante a preparação do campo na primavera, aumentou o rendimento do arroz em 1,2 toneladas.ha⁻¹, um aumento equivalente àquele obtido com uma quantidade igual de sulfato de amônia. Ainda segundo estes mesmos autores, mencionando SINGH e TALLEY et al., “onde quantidades modestas de *Azolla* (30 a 60 kg N.ha⁻¹) são incorporadas ao solo, não há nenhuma diferença estatística entre *Azolla* e N comercial na forma de sulfato de amônia.”

No Brasil, resultados de experimentos em arroz desenvolvidos em diferentes regiões, usando a combinação da incorporação de uma camada de *Azolla* ao solo e cultivo simultâneo, resultou em produções maiores que a aplicação equivalente de 100 kg N.ha⁻¹ (FIORI e SAITO, 1985). Em pesquisa realizada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), o uso de *Azolla* em pré-plantio incrementou a produtividade de grãos em mais de uma tonelada por hectare em relação à testemunha sem nitrogênio, conforme se observa na TABELA 7. (ABREU; PURCINO; PURCINO, 1985)

Usando nitrogênio marcado (N-15) RUSCHEL et al. citados em RUSCHEL (1990), verificaram que quando a *Azolla* é incorporada no transplante, o arroz absorve mais N do que quando esta é incorporada no perfilhamento.

TABELA 7 – SUBSTITUIÇÃO DO NITROGÊNIO MINERAL PELO NITROGÊNIO ORGÂNICO DA *Azolla* EM VÂRZEAS INUNDÁVEIS

TRATAMENTO	PRODUÇÃO MÉDIA DE GRÃOS ⁽¹⁾ (t.ha ⁻¹)
Sem nitrogênio	5,25
<i>Azolla</i> consorciada com o arroz	5,45
40 kg N.ha ⁻¹ (fertilizante químico)	6,55
<i>Azolla</i> pré-plantio	6,60
<i>Azolla</i> pré-plantio + <i>Azolla</i> consorciada	6,85
<i>Azolla</i> pré-plantio + 40 kg N.ha ⁻¹ mineral	7,70
80 kg N.ha ⁻¹ (fertilizante químico)	7,75
<i>Azolla</i> pré-plantio + 80 kg N.ha ⁻¹ mineral	8,75

FONTE: PURCINO e PURCINO citados em ABREU, C. A. de; PURCINO, J. R. C.; PURCINO, A. Á. C. ***Azolla***: fonte alternativa de nitrogênio para arroz cultivado em várzeas inundáveis. Belo Horizonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), 1985. p. 16

(1) Safras 1983/84 e 1984/85

3.6.6 Outros Usos da *Azolla*

Além de um adubo verde para arroz, a *Azolla* já era usada há séculos atrás como forragem e remédio, cujas propriedades medicinais já eram descritas no “Compêndio de Matéria Médica” escrito no século XVI por Li Shi-Zhen. Na Tanzânia, a *Azolla* era usada efetivamente como um tradicional remédio para tosse. No entanto, estes usos estavam limitados basicamente à China e Vietnã. Um uso mais difundido começou na China no início de 1960 e conseguiu o interesse de outros países no início de 1970, devido um estímulo mundial de pesquisa em conversão biológica de energia solar e fixação biológica de N₂, e interesse nestes potenciais para aliviar as crises de energia e alimento. Isto resultou em numerosos trabalhos sobre *Azolla*, focados em adubo verde, fixação de nitrogênio, fotossíntese, produção de hidrogênio e simbiose (SHI; HALL, 1988; WAGNER, 1997).

Qualquer cultura que cresça em condições de solo encharcado pode ser beneficiada pela *Azolla*. Neste caso, a cultura que mais se destaca é o taro (*Colocasia esculenta*), e seus parentes botânicos, cultivada na China onde a *Azolla* neste caso é usada como um adubo verde. Outras culturas irrigadas como *Zizania aquatica* e *Sagittaria sagittifolia* podem ser beneficiadas pela adubação verde com *Azolla*. Estas outras culturas irrigadas tem manejo cultural similar ao do arroz,

entretanto, o período de crescimento pode ser um pouco mais longo. (FIORE, 1984; WAGNER, 1997)

Igualmente, todas culturas que entram num sistema de cultivo rotativo com arroz, podem também ser beneficiadas pela *Azolla*, sendo o sistema arroz-trigo, um exemplo clássico. Cultivos agrícolas ou ornamentais de solos não encharcados, podem receber os benefícios da adubação verde com *Azolla* quando esta é coletada dos ambientes de multiplicação como viveiros e lagoas, e depositada sobre o solo ou incorporada a este. (WAGNER, 1997)

As perdas por volatilização de NH_3 em campos de arroz irrigado variam de 2 a 60% de N aplicado. Quando estabelecida nestes campos, a *Azolla* reduz a evaporação da água e volatilização de NH_3 . Menos nitrogênio é perdido na forma de amônia devido a cobertura de *Azolla* diminuir a entrada de luz na água, e com isso reduzir a atividade fotossintética na água de inundação, e o conseqüente aumento do pH que possibilita a conversão do NH_4^+ ionizado em NH_3 não ionizada, que na forma de gás perde-se para a atmosfera. (ROGER; ZIMMERMAN; LUMPKIN, 1993).

É possível o uso de *Azolla* em compostagens, especialmente com material vegetal rico em fibras (alta relação C/N). Quando há uma grande produção de *Azolla* após a colheita do arroz, ela pode ser misturada com solo e a palha do cereal (“soca”) para formar composto. (RUSCHEL, 1990; WAGNER, 1997)

Segundo VAN HOVE citado em WAGNER (1997), alguns pesquisadores, particularmente nas Filipinas, investigaram o uso de *Azolla* na produção de biogás. A fermentação anaeróbia de *Azolla* (ou uma mistura de *Azolla* e palha de arroz), resulta na produção de gás metano que pode ser utilizado como combustível. Além disso, o efluente restante pode ser usado como um fertilizante porque contém todos os nutrientes originalmente incorporados nos tecidos da planta, com exceção de uma porcentagem pequena de nitrogênio perdida como amônia.

Altas concentrações de nitratos e fosfatos estão ligadas com a deterioração da qualidade da água. A *Azolla* apresenta potencial para o tratamento biológico de

águas eutrofizadas, na medida em que pode captar os nutrientes presentes em excesso destas águas. Também há possibilidade de que a *Azolla* possa ser usada para purificar águas poluídas. “JAIN et al. descobriram que *A. pinnata* e *Lemna minor* (lentilha-d’água) removeram metais pesados, ferro e cobre, de água poluída, se presentes a baixas concentrações. Eles sugeriram que efluentes que contêm tais poluentes a baixas concentrações poderiam ser tratados passando-os por lagoas contendo uma ou ambas destas plantas.” (FIORE, 1984; ABREU; PURCINO; PURCINO, 1985; WAGNER, 1997)

Um emaranhado de *Azolla* na superfície da água pode evitar a procriação e aparecimento de insetos adultos de mosquitos, contribuindo assim para seu controle. (WAGNER, 1997)

Azolla pode ser fornecida como um alimento para animais na forma fresca, seca ou fermentada (silagem), sendo destas maneiras muito usada na Ásia e em algumas partes da África, principalmente para porcos, galinhas, marrecos, patos, peixes e coelhos, e em menor escala para gado bovino. Sua vantagem como um alimento animal é seu alto conteúdo em proteína (20-30% em base de peso seco), mas devido sua falta de metionina e cisteína, a combinação com cereais é necessária. Também apresenta alto teor de gordura e baixa porcentagem de celulose. Em rações animais balanceadas, a *Azolla* pode substituir até 60% da proteína, e não mais, pois contém bilirrubina, uma proteína com baixa digestibilidade. De forma semelhante, considera-se que em base de peso seco, a *Azolla* pode ser misturada até 10% da ração. Pela riqueza da *Azolla* em antocianina, quando usada na ração de aves poedeiras, confere coloração amarelo-escuro à gema. (ABREU; PURCINO; PURCINO, 1985; RUSCHEL, 1990; WATANABE, 2001)

Valores nutricionais para peixes variam grandemente entre as espécies de *Azolla*. Neste sentido a *A. microphylla* é a melhor, sendo sua palatabilidade pelo peixe melhor do que das outras espécies WATANABE (2001). CHUNG-CHU (1995) comenta que a *Azolla* é um excelente alimento para peixes (TABELA 8). É rica em aminoácido arginina, que tem um papel importante no crescimento dos peixes. A

Azolla cresce rápido, produz altos rendimentos, tem um tamanho adequado para o “pastejo” dos peixes, não requer colheita ou corte, e pode crescer na arrozeira.

TABELA 8 - ÍNDICES NUTRICIONAIS DE ALGUNS VEGETAIS COMO ALIMENTO PARA PEIXES⁽¹⁾

ALIMENTO	MAT. SECA	PROTEÍNA	GORDURA	CELULOSE	EXTR. SEM N	Ca	P
<i>Azolla filiculoides</i>	6,93	25,0	3,1	11,5	34,9	1,52	0,96
<i>Astragalus</i> sp. ⁽²⁾	11,43	20,8	5,7	23,2	34,9	0,79	0,62
<i>Eichhornia</i> sp. ⁽³⁾	5,04	20,3	1,8	13,8	32,8	1,19	2,90
Batata-doce	12,27	17,7	3,1	13,9	41,5	1,81	0,43
<i>Trifolium</i> sp. ⁽⁴⁾	11,57	16,6	4,0	26,1	34,4	1,24	0,82
<i>Pennisetum purpureum</i> ⁽⁵⁾	16,10	9,7	1,3	29,3	37,8	0,48	0,52

FONTE: ACADEMIA GUANGDONG DE CIÊNCIAS AGRÍCOLAS citada em CHUNG-CHU, L. **Rice–Azolla–Fish Cropping System**. 1995. Disponível em: <<http://www.idrc.ca/books/focus/776/liuchung.html>> Acesso em: 22 ago. 2001.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1991. p. 232, 353, 354.

(1) Dados em porcentagem do peso seco

(2) “Ervilhaca-leiteira”

(3) Aguapé

(4) Trevo

(5) Capim-elefante, capim-napier, erva-elefante

3.6.7 O Exemplo dos Agricultores no Uso Integrado da *Azolla*

Conforme WATANABE (2001), a produção integrada com *Azolla* “...pode aumentar a renda dos fazendeiros, reduzir o uso de pesticidas e fertilizantes, e conseqüentemente, a poluição ambiental.” Considerando o contexto da agricultura convencional, a *Azolla* pode facilitar a transição para o sistema orgânico, visto sua capacidade de fixação de N₂ e suas múltiplas opções de uso.

Um exemplo de integração é desenvolvido por um fazendeiro filipino, Sr. Fantilanan. Ele combinou a cultura de *Azolla* com arroz, cultivo de hortaliças e criação de porcos e patos. Os excrementos dos porcos e patos são introduzidos num biodigestor de escala doméstica, e o efluente deste processo retorna aos campos de arroz irrigado, onde também há *Azolla*. (WATANABE, 2001)

Ainda conforme o autor anterior, outro exemplo ilustrativo é de:

um fazendeiro japonês em Kyushu, Japão. O Sr. T. Furuno tem praticado a cultura de arroz e pato híbrido. Ele tentou arduamente não usar pesticida em cultivos de arroz. A tarefa mais difícil foi mondar. Ele introduziu pato híbrido primeiramente com o propósito de mondar. O pato fez eficazmente o trabalho de monda agitando a superfície do solo. Ele descobriu que o pato contribuiu muito para o cultivo de arroz. Agora, a cultura de arroz-pato é amplamente praticada em agricultura orgânica de arroz. Principalmente por fornecer nutriente de nitrogênio, a *Azolla* foi introduzida neste sistema. A *Azolla* forneceu nutriente de nitrogênio para o arroz e proteína para o pato, e contribuiu para a supressão de ervas daninhas. O pato, por outro lado, contribuiu para a *Azolla* erradicando peste de insetos de *Azolla*, e espalhando-a através de seu movimento. O excremento do pato fornece fósforo para a *Azolla*. Este sistema de *Azolla*-pato-arroz está agora sendo adotado por fazendeiros de agricultura orgânica.

WATANABE (2001) compara os efeitos do sistema *Azolla*-pato-arroz com o equivalente do sistema de agricultura industrial (QUADRO 8).

QUADRO 8 – MÚLTIPLOS EFEITOS DO CULTIVO DE *Azolla*-PATO-ARROZ COMPARADOS COM O SISTEMA CONVENCIONAL DE PRODUÇÃO DE ARROZ

SISTEMA <i>Azolla</i> -PATO-ARROZ		SISTEMA CONVENCIONAL
COMPO-NENTES	MÚLTIPLOS EFEITOS	INSUMOS
<i>Azolla</i>	Fixação de nitrogênio	Fertilizantes de nitrogênio
	Alimento para os patos	Alimentos artificiais (ração)
	Deprime ervas daninhas. Cobertura da superfície	Herbicidas
Patos	Revolvimento do solo	Cultivador/capinadeira
	Comem ervas daninhas jovens	Herbicidas
	Comem pragas do arroz: cigarrinhas marrons, etc.	Inseticidas
	Comem pragas da <i>Azolla</i> : <i>Pyraids</i>	Inseticidas
	Fornecem nutrientes pelos excrementos para arroz e <i>Azolla</i>	Fertilizantes

FONTE: WATANABE, I. **ABC of *Azolla***. Revised on 01 July 2001. Disponível em: <<http://www.asahi-net.or.jp/~it6i-wtnb/Azolla~E.html>> Acesso em: 18 dez. 2001.

NOTA: Adaptado pelo autor.

No Senegal, onde uma sucessão de cultivos vegetais é plantada nos taludes (bancos) de lagoas, a *Azolla* colhida das lagoas é incorporada ao solo entre os cultivos. No caso de cultivos permanentes como bananeiras, a *Azolla* é aplicada como um *mulch* na superfície do solo em redor da base das plantas. (WAGNER, 1997)

Arbustos e árvores ao redor de viveiros de *Azolla*, a exemplo dos citados no QUADRO 5, podem favorecer o crescimento da pteridófita pela sombra no verão, diminuição do vento forte e controle biológico na medida em que atraem pássaros que se alimentam de insetos (FOTOGRAFIA 15). Conforme as espécies

introduzidas, podem ainda fornecer frutas para consumo humano, medicamento, sombra para descanso e embelezamento da paisagem.

FOTOGRAFIA 15 – VIVEIRO DE PRODUÇÃO DE INÓCULO DE *Azolla* NO NORTE DO VIETNÃ – JAN 1979



FONTE: WATANABE, I. **ABC of Azolla**. Revised on 01 July 2001. Disponível em: <<http://www.asahi-net.or.jp/~it6i-wtnb/azolla~E.html#top>> Acesso em: 18 dez. 2001.

3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Levando em conta uma visão mais abrangente, pode-se considerar que sistemas integrados de culturas, criação animal e aqüicultura em arrozais irrigados, apresentam vantagens ecológicas e econômicas, pois:

conduzem à conservação da natureza, já que promovem a estabilidade e a diversidade do habitat, favorecendo a vida selvagem que existe na área do estabelecimento agrícola e em suas adjacências. Uma vez que otimizam o uso dos recursos do estabelecimento e das cercanias, esses sistemas integrados promovem a conservação do habitat, ao invés de sua destruição. Eles são produtivos e lucrativos porque utilizam resíduos como insumos para outras atividades do estabelecimento e porque os peixes são uma fonte tradicional, nutritiva e valiosa de alimentos. Eles aproveitam microambientes dentro do sistema de produção do estabelecimento agrícola, aumentando a produtividade e segurança do empreendimento. (REIJNTJES; HAVERKORT; WATERS-BAYER, 1994)

No entanto, é preciso ressaltar que os sistemas apontados no presente trabalho, não são receitas prontas ou pacotes tecnológicos com insumos sempre possíveis de se comprar no comércio, nem tampouco, tecnologias para difusão massiva independente, ou com pouca relação com as condições do meio-ambiente. Dito de outra forma, considera-se que as alternativas tecnológicas abordadas neste trabalho, cada uma por si, são aplicáveis de forma condicionada com as condições pré-existentes de cada propriedade de orizicultura familiar, pois não são pacotes tecnológicos que visam moldar o meio para possibilitar sua aplicabilidade de forma massiva. Portanto, podem ser consideradas tecnologias com forte dependência nas características locais, desde os aspectos ecológicos até os sociais, e assim, em cada propriedade orizícola, sempre haverá condições para a implantação e adaptação de uma ou até mesmo todas as tecnologias abordadas, dependendo da multiplicidade de condições encontradas em cada unidade familiar.

Como oportunamente lembram REIJNTJES, HAVERKORT e WATERS-BAYER (1994), "...sistemas integrados podem ser úteis como orientação quanto ao sentido geral no qual é possível desenvolverem-se sistemas de produção de estabelecimentos agrícolas." Considera-se que para a agricultura familiar de pequeno porte, estes sistemas podem fazer um melhor uso dos fatores de produção, ou seja, aproveitam terra, trabalho, capital e recursos genéticos de uma forma ótima, não procurando para cada um destes elementos simplesmente a máxima eficiência técnica.

Sistemas integrados são mais complexos e dependem intensamente da interação dos fatores produtivos, incluindo-se aqui a necessidade de mais e freqüentes observações dos produtores, caracterizando assim, a maior dependência por tecnologia de processo, ou seja: "como fazer é mais importante do que e quanto usar". São também sistemas onde o saber local, o saber do cotidiano e da cultura acumulada pela vivência de várias gerações, tem seu significado reconhecido e necessário. Sistemas de agricultura tradicional podem ser úteis, mas nem sempre suficientes para sistemas integrados com perspectiva de sustentabilidade no contexto dos anseios modernos. Conhecimentos recentes da agroecologia buscam uma aproximação maior em direção à sustentabilidade de agroecossistemas, na

medida em que “...a maioria das tecnologias agroecológicas podem melhorar os rendimentos agrícolas tradicionais e aumentar a agrobiodiversidade geral”, conforme ALTIERI (1999).

Neste trabalho, o papel e potencial visualizados dos sistemas integrados para a produção orgânica, estão em contribuir na geração de tecnologias que priorizem as relações (tecnologias de processos), em detrimento dos pacotes tecnológicos (tecnologias de produtos), ainda que de origem orgânica. O exemplo do QUADRO 8 visto anteriormente, ilustra bem esta tendência.

As visões de produtores e técnicos precisam de sensibilidade para reconhecer a necessidade de adaptações em sistemas integrados. Vários nichos ecológicos diferentes em cada propriedade agrícola, podem receber cada um, manejo mais apropriado conforme suas características. Exemplo disto na orizicultura orgânica é a definição das condições de drenagem para cada quadra, pois quando estas apresentam-se mais secas na entressafra, possibilitam o crescimento de leguminosas e outras espécies de inverno com fins de adubação verde. Quadras muito úmidas serão mais apropriadas à adubação verde com *Azolla*. Uma aproximação com critérios agroecológicos para as decisões a serem tomadas pelo exemplo anterior, encontra-se na TABELA 9.

Por vezes, apenas procedimentos de manejo não são suficientes para a otimização em sistemas integrados. Adaptações estruturais são necessárias na medida em que poupam trabalho e/ou recursos. Um exemplo disto é a destinação da quadra de maior cota altimétrica, ou parte desta, para a multiplicação de *Azolla* com fins de produção de inóculo. O sistema de canais de irrigação, pode então, ser usado para a condução da *Azolla* às quadras de menor cota altimétrica por simples derivação, e assim, proceder-se a inoculação pela distribuição da água.

É importante ressaltar que nenhuma planta ou animal, ou um consórcio destes, isoladamente e por tempo indeterminado, poderá satisfazer por completo as necessidades impostas por uma limitação no sistema produtivo. Nesta perspectiva, a *Azolla* não pode ser a única adubação verde, ou mesmo a única fonte de nitrogênio

administrada pelos agricultores, pois assim ocorrendo, poderá transformar-se numa “monocultura de adubação verde”. De forma semelhante, não se pretende neste trabalho limitar a integração da lavoura arrozeira com árvores e arbustos, mas ir em direção à sistemas com biodiversidade crescente, tanto de animais como de lavouras anuais e perenes, mantendo o cultivo de arroz como a principal cultura, e enriquecendo o agroecossistema com outras espécies para subsistência e venda.

TABELA 9 – CARACTERÍSTICAS DE CULTURAS DE ADUBOS VERDE

ESPÉCIES	RESISTÊNCIA						TEMPERATURA (°C)			pH	TAXAS DE SEMEADURA ⁽⁵⁾ (kg.ha ⁻¹)
	Ms	Dr	Pr	Fr	Ht	Sh	Gr	Fb	Fk		
<i>Astragalus sinicus</i> ⁽¹⁾	H	L	M	H	L	H	5-8	-7	-17	5,5-8,0	45-60
<i>Vicia villosa</i> ⁽²⁾	M	H	H	H	M	M	3-5	-12	-20	4,5-9,0	60-90
<i>Vicia sativa</i> ⁽³⁾	L	H	M	M	M	M	3-5	-5	-8	5,0-8,5	90-120
<i>Vicia cracca</i>	M	M	M	L	M	L	3-5	-3	-8	5,0-8,0	45-75
<i>Sesbania cannabina</i>	H	M	H	L	H	M	12			5,5-9,0	75-90
<i>Raphanus sativus</i> ⁽⁴⁾	M	M	H	M	M	L	3-4	-5		4,8-7,5	15-22,5
<i>Brassica chinensis</i>	M	M	M	M	M	L	2-3	-8		5,0-8,5	15-22,5
<i>Azolla imbricata</i>	H	L	H	L	M	H	⁽⁶⁾ 5	0	-2	4,5-7,5	⁽⁷⁾ 4500-6000

FONTE: LI-ZHI, C. Green Manure: Its Cultivation and Utilization in Rice in China. In: SYMPOSIUM ON SUSTAINABLE AGRICULTURE: THE ROLE OF GREEN MANURE CROPS IN RICE FARMING SYSTEMS, 1987. **Anais...** Manila: IRRI. p. 13.

NOTAS: Ms = umidade do solo, Dr = seca, Pr = deficiência/pobreza/insuficiência do meio, Fr = geada, Ht = calor, Sh = sombra, Gr = germinação, Fb = ulceração por frio, Fk = morte por congelamento, H = alta resistência, M = moderada resistência, L = baixa resistência.

- (1) Ervilhaca-leiteira
- (2) Ervilhaca-peluda, vica-peluda
- (3) Ervilhaca, ervilhaca-comum, vica, avica
- (4) Nabo-forrageiro
- (5) Semeadura manual ou semeadeira
- (6) Baixa temperatura para crescimento
- (7) Fitomassa fresca (verde)

Quando do uso de algum produto de origem externa à propriedade, entende-se que é sempre preferível inserí-lo no processo ao qual diz respeito, de uma forma a relacionar-se com os elementos que já estão sendo manejados, evitando-se assim sua dependência. Adubos orgânicos passíveis de uso no sistema orgânico de produção são um bom exemplo, citando-se no caso do arroz orgânico irrigado, a cama-de-aviário-de-corte ou simplesmente cama-de-aviário, como uma alternativa neste contexto.

Conforme dados de BARTZ (1994), e fatores de conversão de KIEHL (1985)², uma cama-de-aviário de três lotes, possui 3,2% de N, 1,53% de P e 2,08% de K, implicando isto numa relação N/P de 2,09. Considerando as quantidades médias exportadas pelos grãos de arroz, encontradas na TABELA 10, tem-se uma relação N/P de 4,91, ou seja, na hipótese de usar-se unicamente cama-de-aviário para fertilização das arrozeiras, a tendência seria uma oferta maior de P em relação ao N. Neste caso, uma opção para um melhor balanceamento entre os nutrientes, seria uma dosagem baixa de cama-de-aviário para incrementar o crescimento de *Azolla* através do P, e esta adicionar o nitrogênio para equilibrar a relação de exportação de nutrientes.

TABELA 10 – NUTRIENTES EXPORTADOS ATRAVÉS DOS GRÃOS DE ARROZ EM CADA TONELADA COLHIDA

FONTE DOS DADOS	kg.ha ⁻¹				
	N	P	K	Ca	Mg
FAGERIA	11,37	2,68	2,37	0,41	1,17
MALAVOLTA	14,06	2,50	3,75	0,63	0,94
MÉDIA =	12,72	2,59	3,06	0,52	1,06

FONTES: FAGERIA, N. K. Nutrição mineral. In: VIEIRA, N. R. de A.; BAËTA DOS SANTOS, A.; SANT'ANA, E. P. (Editores). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 188.
MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos de adubação**. 3. ed., São Paulo: Ceres, 1981. p. 59.

NOTA: Dados trabalhados pelo autor.

O manejo das atividades em sistemas integrados também precisa levar em conta questões ambientais para a economia de recursos. Na produção orizícola a maior preocupação está no consumo de água. Tecnologias para a economia deste recurso, como a que vem sendo desenvolvida na Estação Experimental de Urussanga – EPAGRI, pelo Eng.^o Agrônomo Valdir S. Fernandes, podem ser adaptadas para o manejo orgânico de produção. Denominado de “Manejo da Água com Lâmina Permanente”, o método citado difere basicamente em quatro pontos daquele normalmente empregado pelos orizicultores:

² Utilizaram-se os seguintes fatores de conversão para os cálculos mencionados: P = P₂O₅ x 0,437 e K = K₂O x 0,830

- a) após a adubação e preparo do solo para semeadura, o nível d'água deve ser elevado no máximo em 10 a 24hs;
- b) espera-se de 3 a 7 dias para decantação de sedimentos (argila em suspensão), não se esgota a água das quadras e procede-se a semeadura com aproximadamente 10 cm de lâmina d'água;
- c) a semente pré-germinada deve ser preparada em dois dias (não mais), um para inchamento e outro para a "cuba" (início do processo de germinação);
- d) a aplicação do herbicida para ervas dicotiledôneas deve ser realizada no máximo até 10 dias após a semeadura; e
- e) não são realizadas retiradas de água para aplicação de herbicidas, exceto aquela que antecede a colheita, caracterizando a lâmina permanente por todo o período de produção do arroz. (FERNANDES, 2001)

Os dados preliminares confirmam que o uso deste método elimina a aplicação de herbicida para gramíneas, sendo necessária apenas uma aplicação para ervas dicotiledôneas ("aquáticas"), as perdas de sedimentos pela água de preparo do solo são grandemente diminuídas, e o consumo total de água por ciclo cultural fica em 600-1000 mm, em contraposição ao consumo usual que gira em torno de 1200-1800 mm.

Tecnologias como a comentada, facilitam a transição para o sistema orgânico de produção, na medida que reduzem ou evitam o uso de insumos sintéticos no sistema produtivo. Também são importantes quando poupam recursos naturais ou economizam insumos externos às propriedades. Nesta direção, será abordado na seqüência um teste para a verificação da adaptação de *Azolla* em arrozais irrigadas.

4 ADAPTAÇÃO DE AZOLLA EM ARROZEIRAS IRRIGADAS

4.1 INTRODUÇÃO

O nitrogênio é o principal nutriente limitante na produção de arroz irrigado. Para a produção orgânica deste cereal, são necessárias fontes alternativas para suprir as necessidades de nitrogênio.

Uma das dificuldades à expansão da orizicultura orgânica no Alto Vale do Itajaí, é a falta de alternativas à disposição dos agricultores para a fertilização nitrogenada. Dentre os adubos orgânicos disponíveis no comércio na região mencionada, a cama-de-aviário é uma das opções mais difundidas, mas representa um problema pelo custo adicional e possibilidade de contaminação por sulfato de cobre usado como conservante do material. Os esterco produzidos nas propriedades, normalmente são direcionados para fertilização de áreas com acesso facilitado das máquinas de transporte e aplicação, o que não ocorre nas arrozeiras, onde durante o período de produção, é impraticável a entrada de equipamentos nas quadras, pelo menos no período em que não estiverem disponíveis máquinas para tal finalidade.

Como opção para fertilização nitrogenada, as plantas simbiotes com bactérias fixadoras de N_2 , representam uma alternativa real e promissora. A *Azolla*, já empregada secularmente na Ásia, é uma destas plantas com possibilidade de uso pelos orizicultores familiares de pequeno porte do Alto Vale do Itajaí.

O manejo da *Azolla*, identificado predominantemente como uma tecnologia de processo, pode ser inserido no conjunto das práticas de agricultura orgânica, na busca pela sustentabilidade do agroecossistema, onde o enfoque da *Azolla* como um adubo verde, está em otimizar a obtenção de fertilidade no sistema de orizicultura irrigada, de tal forma que se consiga a geração endógena de fertilidade a partir do trabalho na propriedade, uma diminuição do impacto poluente no meio pela redução do uso de adubos sintéticos, e uma menor participação dos fertilizantes no custo de produção.

O uso de plantas nativas espontâneas para geração de fertilidade, caracteriza um uso de recurso genético local, e portanto, já adaptado às condições climáticas da região em questão, além de diminuir a dependência externa em relação à compra de sementes para a fertilização com leguminosas, o que normalmente é uma dificuldade alegada pelos produtores.

Um dos objetivos específicos da presente investigação é comprovar a existência de *Azolla* como planta espontânea na região do Alto Vale do Itajaí, e sua associação com a cianobactéria *Anabaena azollae*. Comprovando-se a existência de *Azolla*, segue como objetivo principal, verificar o potencial de adaptação e fixação de nitrogênio desta planta, nas condições de arrozais irrigados no município de Agrolândia/SC. Considera-se que a busca desses objetivos, representa o primeiro passo para estudos futuros da *Azolla* nativa do Alto Vale, verificando então sua eficiência e viabilidade como uma adubação verde para o fornecimento de nitrogênio no mais diferentes aspectos, o que poderá facilitar a transição para o sistema orgânico de produção, na medida em que se disporá de mais uma alternativa à fertilização das lavouras de arroz irrigado.

A hipótese deste teste de investigação considera que o cultivo de *Azolla* na época primaveril, antes da semeadura do arroz, em propriedade orizícola no município de Agrolândia, região do Alto Vale do Itajaí, tenderá a ter um crescimento suficiente para contribuir para a substituição do adubo nitrogenado sintético, atualmente empregado no sistema de produção convencional do arroz irrigado por inundação.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DE *AZOLLA* NATIVA NO ALTO VALE DO ITAJAÍ/SC

O Estado de Santa Catarina situa-se entre os Paralelos 25°57' e 29°29' Sul e os Meridianos 48°21' e 53°50' a Oeste de Greenwich. Segundo o Sistema de Classificação Climática de Koeppen, o clima predominante no Estado é o mesotérmico úmido com verão quente (Cfa), e o mesotérmico úmido com verão fresco (Cfb), nas altitudes acima de 800m, aproximadamente. A maior parte do Alto

Vale do Itajaí enquadra-se no clima Cfa, mas com temperaturas mais amenas durante a noite, comparando-se com a região litorânea do Estado. A Temperatura Média Anual catarinense está compreendida entre 13 e 20 °C, acentuando o caráter subtropical. O Valor Médio da Precipitação Total Anual para o Estado é de 1570 mm, destacando-se quatro regiões de maior precipitação: Oeste do Estado (Xanxerê e São Miguel do Oeste), Planalto Sul Central (São Joaquim), Leste (baixo tabuleiro) e Norte Litorâneo (São Francisco do Sul). As precipitações tem "...uma boa distribuição no Estado, não havendo estação seca definida." (SANTA CATARINA, 1994)

4.2.1 Investigação de *Azolla* Espontânea

Com o apoio da indústria Alimentos Nardelli Ltda. de Rio do Oeste, através de seu técnico de campo, em dois municípios do Alto Vale do Itajaí, realizaram-se três reuniões com orizicultores para apresentação e explicações sobre *Azolla* spp., de forma a facilitar a localização de plantas espontâneas por estes. Nas reuniões e em outros momentos, procederam-se saídas a campo para localização de plantas e coleta de exemplares.

Em 31/08/2000 realizou-se uma reunião em Agrolândia, onde apresentou-se a *Azolla* spp. mediante palestra explicativa de sua biologia, características e utilidades. Através das fotografias apresentadas para identificação das espécies de *Azolla*, os agricultores informaram já ter visto esta planta no município. Numa segunda reunião em Agrolândia em 21/12/2000, pela palestra explicativa do projeto de Mestrado e mediante exemplares de *Azolla* previamente coletados em Taió, servindo estes de mostruário vivo, os agricultores puderam ter uma melhor visualização das plantas de *Azolla*, apesar disto, nas saídas a campo nestes dois momentos, não localizou-se *Azolla* nas arrozeiras visitadas. No entanto, em fevereiro de 2001 num valo de drenagem, localizou-se em Agrolândia *Azolla* espontânea em propriedade piscícola, localizada na mesma várzea de rio onde estão instaladas as arrozeiras deste município.

Em momento distinto das reuniões em Agrolândia e da primeira coleta de *Azolla* neste município, em 23/10/2001, foi novamente encontrada *Azolla*, e nesta ocasião, associada com *Lemna minor* (lentilha-da-água), ambas vegetando espontaneamente (FOTOGRAFIA 16). Inicialmente ocupando o fundo de um tanque de piscicultura, as duas espécies cobriram em poucos dias a lâmina d'água quando do enchimento do tanque, sendo que após a estocagem de peixes, a lentilha-da-água foi consumida por estes, mas a *Azolla* manteve sua cobertura na lâmina d'água, independente do consumo dos peixes, a tal ponto que foi necessária sua retirada manual do tanque. Este tanque de piscicultura é abastecido com água do mesmo canal que serve as arrozeiras de Agrolândia, e também é adubado com biofertilizante do confinamento de suínos da propriedade. Segundo informações do Sr. Valdir Sandrini, proprietário do imóvel, estas plantas tem ocorrência espontânea e a carpa capim é a espécie que mais demonstrou consumir *Azolla*.

FOTOGRAFIA 16 – AZOLA (*Azolla filiculoides* Lam.) E LENTILHA-DA-ÁGUA (*Lemna minor* L.) VEGETANDO ESPONTANEAMENTE EM TANQUE VAZIO DE PISCICULTURA, AGROLÂNDIA/SC – 23 OUT 2001



FONTE: O autor.

NOTA: Propriedade agrícola do Sr. Valdir Sandrini.

Numa saída a campo no município de Taió, localizou-se *Azolla* em 27/11/2000 (FOTOGRAFIA 17), e em reunião com orizicultores em 19/10/2001, ambas ocasiões na localidade de Ribeirão Laranjeira e em arrozeiras. Na primeira ocasião, as plantas junto com arroz orgânico novo, no primeiro ano de transição, apresentavam-se arroxeadas numa lâmina d'água média, numa altitude estimada de 550 m do nível do mar. No segundo momento, a coloração era verde com pouco arroxejamento, numa quadra com resteva de arroz convencional.

FOTOGRAFIA 17 – *Azolla* sp. ESPONTÂNEA EM ARROZEIRA IRRIGADA NO MUNICÍPIO DE TAIÓ/SC – 27 NOV 2000



FONTE: FARIAS, M.

NOTA: Propriedade agrícola do Sr. Irineu dos Santos.

Em viagem pelo município de Blumenau/SC, região do Médio Vale do Itajaí, localizou-se *Azolla* sp. e *Pistia* sp. em 06/11/2001 na propriedade agrícola do Sr. Heinz Pasold, em reservatório d'água para abastecimento do sistema de irrigação de abrigos de plasticultura (FOTOGRAFIA 18). Conforme o agricultor, a ocorrência de *Azolla* deu-se de forma espontânea. De forma semelhante, em viagem de estudos no município de Santa Rosa de Lima/SC, região das Encostas da Serra Geral, em 14/09/2001, encontrou-se *Azolla* na propriedade agrícola do Sr. Remi Beckhauser, situada na comunidade de Nova Esperança.

FOTOGRAFIA 18 – *Azolla* sp. VEGETANDO ESPONTANEAMENTE, JUNTAMENTE COM *Pistia* sp. EM RESERVATÓRIO D'ÁGUA, BLUMENAU/SC – 06 NOV 2001



FONTE: O autor.

NOTA: Propriedade agrícola do Sr. Heinz Pasold.

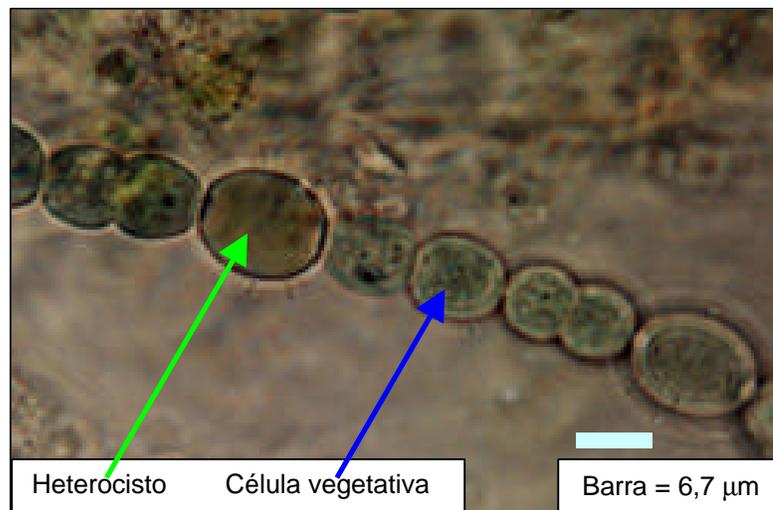
Amostras de *Azolla* coletadas em Agrolândia, foram encaminhadas ao Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina (CCB-UFSC) para identificação botânica. Com a colaboração da Prof.^a Aldaléa Tavares do CCB-UFSC, em 07/06/2001, identificou-se os exemplares de azola espontânea como sendo pertencentes à espécie *Azolla filiculoides* Lam. Muito provavelmente em Taió e Santa Rosa de Lima, os exemplares de azola encontrados pertencem à mesma espécie identificada no CCB-UFSC, pois os locais têm ocorrência de geadas, o que é suportado pela *A. filiculoides*.

4.2.2 Verificação da Presença de *Anabaena azollae* em *Azolla* Espontânea

Conforme indicação da Prof.^a Aldaléa Tavares do CCB-UFSC, especialista em macrófitas, para a visualização microscópica de cianobactéria em *Azolla*, é suficiente preparar um macerado em lâminas de vidro. Procedendo-se desta forma, a presença de *Anabaena azollae* Strasb. em *Azolla* coletada em Agrolândia, foi confirmada por observação visual em 24/04/2002, usando-se um microscópio Olympus BX 40F em laboratório do curso de Mestrado em Recursos Genéticos

Vegetais da UFSC. As imagens foram registradas em fotografias (FOTOGRAFIA 19), onde é possível a identificação de filamentos de *Anabaena azollae*, com a presença de heterocistos, confirmando assim a simbiose para a fixação biológica de nitrogênio.

FOTOGRAFIA 19 – FILAMENTO DE *Anabaena azollae* Strasb. EM *Azolla filiculoides* Lam. ESPONTÂNEA EM AGROLÂNDIA/SC – 24 ABR 2002



FONTE: O autor.

4.3 CRESCIMENTO DE *Azolla* SOB ABRIGO COM COBERTURA PLÁSTICA EM SEIS CONCENTRAÇÕES DIFERENTES DE FÓSFORO EM SOLUÇÕES NUTRITIVAS

Com o objetivo de verificar o efeito da concentração de fósforo no crescimento da *Azolla*, encontrada vegetando espontaneamente no município de Agrolândia, realizou-se um experimento em condições controladas no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina (CCA-UFSC). Testou-se o crescimento da fitomassa de *Azolla* em solução nutritiva isenta de nitrogênio e com seis níveis de fósforo.

4.3.1 Metodologia

Instalou-se o experimento sob um pequeno abrigo com cobertura plástica, evitando-se assim que a água da chuva diluísse as soluções. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, sendo que cada bloco consistia de seis

bandejas plásticas compondo assim seis níveis de fósforo em solução nutritiva. O total de bandejas utilizadas, foi então, 24 (DESENHO 2). Nas seis soluções o nível de nitrogênio foi zero. As concentrações de nutrientes para cada solução encontram-se na TABELA 11, sendo que os reagentes usados para compo-las foram: KH_2PO_4 , K_2SO_4 , CaCl_2 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, NaCl e Tenso Ferro com 6% de Ferro.

DESENHO 2 – DISPOSIÇÃO ESPACIAL DAS BANDEJAS DO EXPERIMENTO SOB ABRIGO - 2001

14	12	13	15	11	16
21	23	24	25	22	26
35	36	31	32	33	34
43	42	44	41	46	45

NOTA: O primeiro caracter do número representa o bloco (repetição), e o segundo, o tratamento (solução nutritiva).

TABELA 11 – CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES EM SEIS SOLUÇÕES NUTRITIVAS USADAS EM EXPERIMENTO CONTROLADO DE *Azolla filiculoides* Lam. – 2001

NUTRIENTE	SOLUÇÃO 1 (mg/l)	SOLUÇÃO 2 (mg/l)	SOLUÇÃO 3 (mg/l)	SOLUÇÃO 4 (mg/l)	SOLUÇÃO 5 (mg/l)	SOLUÇÃO 6 (mg/l)
Nitrogênio - N	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fósforo - P	0,000	2,065	4,130	6,195	8,260	10,326
Potássio - K	47,076	47,071	47,065	47,064	47,054	47,049
Cálcio - Ca	32,060	32,060	32,060	32,060	32,060	32,060
Magnésio - Mg	12,158	12,158	12,158	12,158	12,158	12,158
Enxofre - S	35,373	34,302	33,230	32,161	31,088	30,017
Zinco - Zn	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
Manganês -Mn	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Cobre - Cu	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Boro - B	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
Cobalto - Co	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059
Molibdênio - Mo	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019
Ferro - Fe	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sódio - Na	2,309	2,309	2,309	2,309	2,309	2,309
Cloro - Cl	60,269	60,269	60,269	60,269	60,269	60,269

FONTE: TALLEY e RAINS (1980).

No dia 05/05/2001, em cada bandeja foram colocados 4 litros de solução nutritiva, constituindo seis tratamentos em cada bloco. Inoculou-se cada bandeja com 4,3 g de *A. filiculoides* Lam., em base de peso fresco, cuja área de cobertura era 10,96% da superfície. A área total ocupada pela *Azolla* na superfície das bandejas era de 94,0 cm².

Da *Azolla* destinada para inoculação, coletou-se seis sub-amostras de 4,3 g para a determinação de uma média da fitomassa seca inicial, e com este valor, obteve-se a fitomassa seca de inóculo para cada bandeja. A secagem destas sub-amostras e das quantias de fitomassa final, foram realizadas em estufa com ventilação forçada, numa temperatura constante de 70 °C por 48 horas, conforme indicado por TALLEY e RAINS (1980).

Nos dias 0, 9, 16 e 20 após o início do experimento, por volta das 12:00 horas, sobre cada uma das bandejas, mediu-se a Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) incidente, a Temperatura (T) em graus centígrados, pH e Condutividade Elétrica (CE) em mS.cm^{-1} das soluções, e a Área de Cobertura pela *Azolla* em relação à superfície líquida. Nestas ocasiões, sempre que necessário, completou-se o nível de 4 litros com água destilada.

A RFA foi medida com um ceptômetro de barra com sensor de 80 cm, modelo Accupar de referência comercial Decagon. As leituras foram realizadas a 10 cm da lâmina líquida das bandejas. As medições de T, pH e CE foram realizadas diretamente na solução das bandejas com aparelhos portáteis. A cobertura de *Azolla* foi verificada medindo a largura e comprimento da fitomassa, que flutuava na superfície líquida da solução das bandejas.

Em 25/05/2001, vigésimo e último dia do experimento, recolheu-se individualmente todo conteúdo de *Azolla* das bandejas, e procederam-se as pesagens de fitomassa fresca, e após, colocou-se as quantias recolhidas para secagem, com posterior pesagem e cálculo da porcentagem de fitomassa seca para cada uma das 24 bandejas.

Com os dados conseguidos, obteve-se a Taxa de Crescimento Relativo da Fitomassa Fresca (TCRFF) e a Taxa de Crescimento Relativo da Fitomassa Seca (TCRFS), conforme fórmulas a seguir:

$$\text{TCRFF} = (\ln \text{FFF} - \ln \text{FFI}) \div D$$

onde:

TCRFF = taxa de crescimento relativo da fitomassa fresca ($\text{g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$)

ln = logaritmo neperiano

FFF = fitomassa fresca final (g)

FFI = fitomassa fresca de inóculo (g)

D = dias de experimento (-)

$$\text{TCRFS} = (\ln \text{FSF} - \ln \text{FSI}) \div D$$

onde:

TCRFS = taxa de crescimento relativo da fitomassa seca ($\text{g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$)

FSF = fitomassa seca final (g)

FSI = fitomassa seca de inóculo (g)

Conforme comentado em PEREIRA e MACHADO (1987), a Taxa de Crescimento Relativo (TCR) leva em conta o tamanho da população vegetal avaliada, pois é incluído no cálculo a matéria vegetal em determinado instante ou período, que na verdade, é a taxa de crescimento da população vegetal por unidade de material vegetal. “A TCR é também chamada taxa de crescimento específico, pois representa a quantidade de material produzido por unidade de material já existente.”

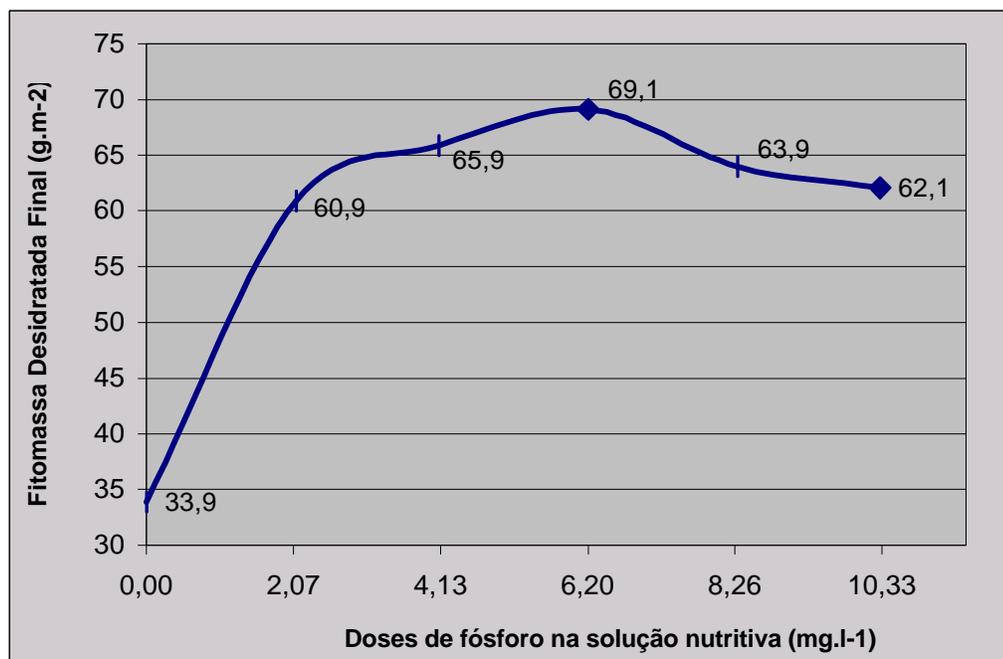
Separou-se 2 g de fitomassa seca referente às soluções 1, 4 e 6 de cada bloco, formando 3 amostras compostas de 8 g cada. Estas foram encaminhadas para análise química de nitrogênio, fósforo, potássio, matéria orgânica e relação C/N. A metodologia de análise para Nitrogênio Total foi pelo Método Kjeldahl – Ácido Salicílico, P_2O_5 Total foi Gravimetria – Método Quimociac, K_2O , Fotometria de Chama, a Matéria Orgânica verificada por Combustão Seca – Forno 550 °C, e o Carbono foi verificado a partir da matéria orgânica com fator de conversão 1,80. As análises foram realizadas pela Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC), em seu laboratório em Florianópolis.

4.3.2 Resultado do Crescimento de *Azolla* Sob Cobertura Plástica

Os dados tabulados do experimento controlado encontram-se no ANEXO 2. Observando o GRÁFICO 3, percebe-se claramente que houve crescimento da fitomassa de *Azolla* mesmo com baixas concentrações de fósforo na solução

nutritiva, ou seja, já com $2,07 \text{ mgP.l}^{-1}$, a densidade de fitomassa atingida aos 20 dias foi de $60,9 \text{ g.m}^{-2}$, quase o dobro da situação com $0,0 \text{ mgP.l}^{-1}$.

GRÁFICO 3 - DENSIDADE DA FITOMASSA DESIDRATADA DE *Azolla filiculoides* Lam. PARA CADA NÍVEL DE FÓSFORO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA NO VIGÉSIMO DIA DO EXPERIMENTO SOB ABRIGO - 2001

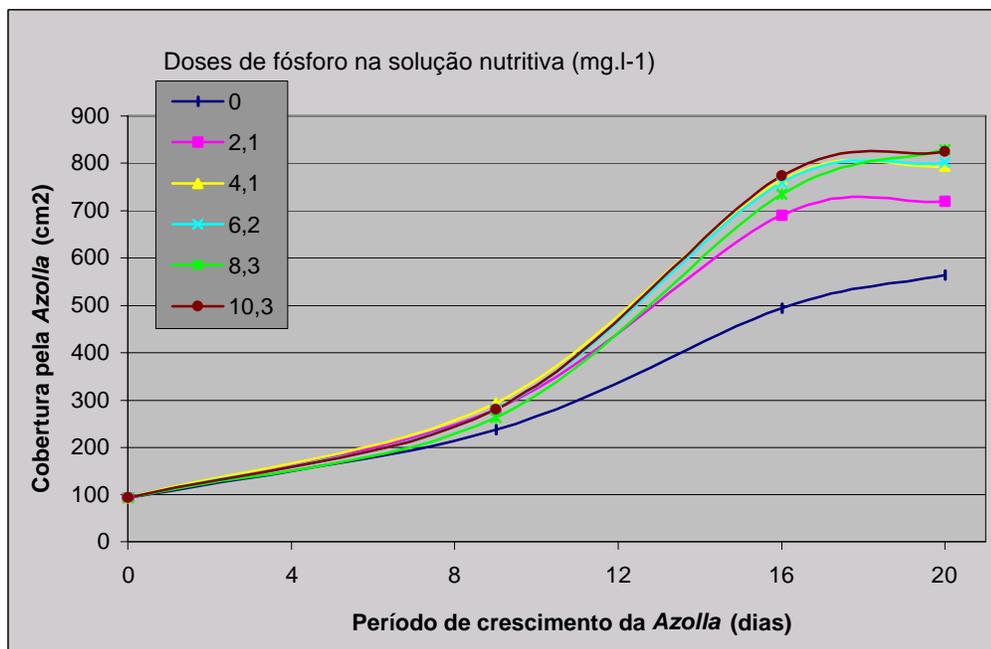


A contrastante limitação do crescimento verificado na Solução 1 ($0,0 \text{ mgP.l}^{-1}$), foi evidenciada pela variação nos valores da condutividade elétrica (CE) das soluções. Este parâmetro é um indicador da quantidade de sais dissolvidos. Enquanto na Solução 1 os valores de CE praticamente não se alteraram durante o experimento, nas demais soluções, principalmente naquelas onde ocorreu maior crescimento, a CE diminuiu até valores próximos da metade do valor inicial. Isto indica que foram consumidos pela *Azolla* praticamente 50% dos nutrientes disponíveis. Assim, constatou-se que a ausência de fósforo limitou o crescimento da fitomassa de *Azolla* na Solução 1.

Pela observação das curvas de crescimento da cobertura de *Azolla* encontradas no GRÁFICO 4, foi constatado que houve crescimento exponencial até o 16º dia do experimento. Considerando que não houve reposição de solução nutritiva, apenas de água destilada, que ao absorver nutrientes a *Azolla* foi liberando prótons (H^+), sendo que os valores de pH foram diminuindo até encontrarem-se

menores que 3 no 16º dia, e que a “...a faixa ótima de pH para crescimento de *Azolla* é de 4,5 até 7,0” conforme WAGNER (1997), considera-se que estes níveis de acidez tenham contribuído para a desaceleração do crescimento, juntamente com a diminuição da concentração de fósforo em solução.

GRÁFICO 4 – CURVAS DO CRESCIMENTO DA COBERTURA DE *Azolla filiculoides* Lam. PELO TEMPO EM SEIS NÍVEIS DE FÓSFORO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA - 2001



Com crescentes níveis de fósforo em solução, verificaram-se também crescentes níveis de nitrogênio e fósforo na fitomassa. O nitrogênio na *Azolla* variou de 2,52% (Solução 1) até 4,66% (Solução 6), e o fósforo de 0,11% (Solução 1) até 0,73% (Solução 6). Pode-se inferir disto que crescentes níveis de fósforo em solução nutritiva, acarretaram crescentes níveis de fixação biológica de nitrogênio, visto que as soluções eram isentas deste último nutriente.

Como era esperado, conforme o aumento de nitrogênio no tecido da *Azolla*, verificou-se uma diminuição da relação C/N na fitomassa. A maior C/N foi de 17,7/1 na Solução 1 e a menor 9,8/1 na Solução 6. Estes valores estão de acordo com FIORE (1984), que menciona este parâmetro na *Azolla* variando de 17/1 até 8/1.

O menor e o maior valor de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) para todo o experimento, foi respectivamente 94 e 297 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, e considerando que a fotossíntese na *Azolla* se satura à cerca de 400 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, segundo FIORE (1984), constatou-se que apesar dos baixos valores de RFA ocorreu crescimento da fitomassa.

4.4 ADAPTAÇÃO DE *Azolla filiculoides* Lam. A CAMPO

Após a identificação da espécie de *Azolla* existente no município de Agrolândia, e sua avaliação preliminar em ambiente controlado, procedeu-se um teste em condições de campo para averiguar seu comportamento em duas quadras de arroz irrigado e num viveiro de multiplicação.

A hipótese formulada nesta pesquisa pressupõe que o cultivo de *Azolla* na época primaveril, ou seja, na pré-semeadura do arroz, pode apresentar crescimento suficiente para contribuir ao menos parcialmente na substituição do adubo nitrogenado sintético, atualmente empregado no sistema de produção convencional do arroz irrigado por inundação.

O presente teste realizou-se na bacia hidrográfica do rio Trombudo, município de Agrolândia (ver MAPA) na região do Alto Vale do Itajaí (SC), em propriedade agrícola do Sr. Gerhard Sievers com lavouras de arroz conduzidas por seu filho Heinrich Sievers Neto, distante aproximadamente 3 km da sede do município, que tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude Sul, 27°24'41" e Longitude Oeste, 49°51'58". O rio Trombudo nasce nas encostas de serra localizadas no município de Otacílio Costa, segue seu curso em seqüência pelos municípios de Agrolândia, Trombudo Central e Agronômica, onde neste último, constitui um dos afluentes do Rio do Oeste proveniente de Taió.

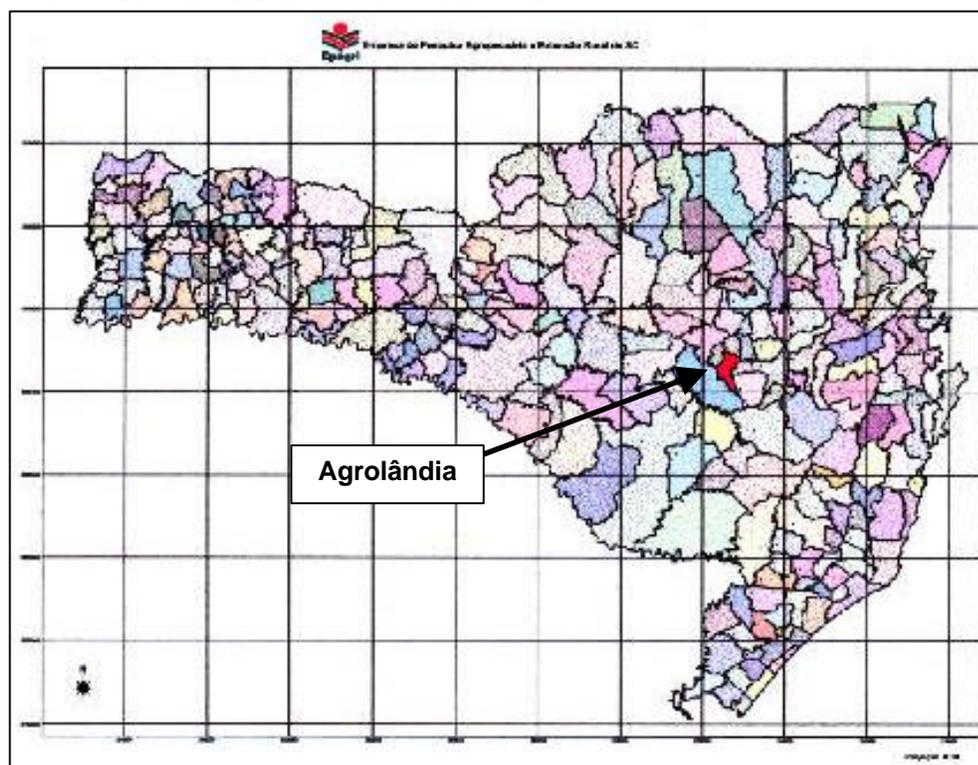
4.4.1 Material e Métodos Para o Teste de *A. filiculoides* a Campo

Com o objetivo de manter uma quantia mínima durante o inverno, e multiplicar a *Azolla* espontânea coletada em Agrolândia, de forma a possibilitar a

inoculação nas quadras de teste, construiu-se um viveiro com isolamento de plástico e superfície de 12,32 m² (5,60 por 2,20 m) (FOTOGRAFIA 20).

Em 21/02/2001 preencheu-se o fundo do viveiro com 3 cm de solo coletado próximo à residência da propriedade, identificado como um CAMBISSOLO HÁPLICO Eutrófico, conforme PUNDEK et al. (2001). Na seqüência aplicou-se 0,25 kg de hiperfosfato natural reativo de Gafsa (28% P₂O₅ Total), inundou-se com água e inoculou-se com aproximadamente 200 g de *Azolla* espontânea. Em 27/02/2001 aplicou-se mais 0,25 kg de fosfato natural, totalizando uma dosagem equivalente a 405,84 kg.ha⁻¹ (113,64 kgP₂O₅.ha⁻¹). Em todo o período subsequente de multiplicação da *Azolla*, manteve-se uma lâmina constante de 3 a 5 cm com água proveniente de um poço.

MAPA – ESTADO DE SANTA CATARINA - 2000



FONTE: EPAGRI. **Municípios de Santa Catarina.jpg**. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A., Florianópolis, 2000. Arquivo (588 kB). Idrisi for Windows, v. 2.002.

Realizou-se o presente teste a campo na época antecedente à semeadura do arroz, ou seja, da saída do inverno (03/09/2001) até meados da primavera

(05/11/2001), conforme apontado por NOLDIN e RAMOS (1984) como sendo o período de maior crescimento para esta planta.

FOTOGRAFIA 20 – VIVEIRO DE MULTIPLICAÇÃO DE *Azolla* EM AGROLÂNDIA/SC – 24 OUT 2001



FONTE: PROCHNOW, M. A. S.

NOTA: Propriedade agrícola do Sr. Gerhard Sievers.

Logo antes do início do teste, decidiu-se incluir o viveiro nas medições de parâmetros, pois a *Azolla* até este momento, havia apresentado um bom crescimento neste ambiente, e julgou-se então conveniente avaliar o viveiro em relação às quadras orizícolas testadas.

Além do viveiro, foram usadas duas quadras orizícolas para o teste de *Azolla* a campo, identificadas através de um número e com área total encontrada mediante levantamento topográfico. Nas taipas destas quadras foram fixadas estacas de taquara para servir de alinhamento para subáreas, no interior das quais confinou-se a *Azolla* em crescimento, ou seja, nestas subáreas ocorreu o crescimento da fitomassa de *Azolla* para avaliação (QUADRO 9). O solo das quadras foi identificado como CAMBISSOLO HÁPLICO Gleico típico, conforme PUNDEK et al. (2001).

QUADRO 9 – QUADRAS USADAS PARA O TESTE COM *Azolla* – 2001

Nº	ÁREA TOTAL (ha)	SUBÁREA (m ²)	MANEJO	OBSERVAÇÃO
2	0,1918	50	Convencional	Quadra destinada ao início do período de transição para o sistema orgânico após o teste com <i>Azolla</i>
6	0,1556	48	Convencional	Cota altimétrica menor que as quadras 1 e 2

FONTE: O autor.

NOTA: Propriedade agrícola do Sr. Gerhard Sievers.

Com o propósito de manter a *Azolla* confinada sem que fosse espalhada pelo vento por toda a área de cada quadra, e para facilitar a medição da fitomassa, durante o período de teste, limitou-se a superfície para o crescimento da *Azolla* nas subáreas, mantendo-se tábuas divisórias em contato com o solo e fixas por taquaras, impedindo assim a dispersão das plantas.

As quadras citadas recebem água da quadra de maior cota altimétrica da propriedade, de número 1, que na época do teste encontrava-se sob manejo orgânico no segundo ano de transição. A quadra 1, por sua vez, recebe água de um valo pertencente à Associação dos Orizicultores de Agrolândia, que capta água do rio Trombudo, um pouco acima do centro da cidade de Agrolândia.

O teste para *Azolla* no viveiro compreendeu 51 dias, de 03/09/2001 até 24/10/2001, incluindo dois momentos de crescimento. O primeiro compreendeu 24 dias, de 03/09/2001 até 27/09/2001. Nesta última data, as plantas foram retiradas e pesadas por estarem ocupando 100% da superfície do viveiro, sendo que esta fitomassa foi inutilizada. Em seqüência foi realizada a segunda inoculação, cujo período de crescimento da *Azolla* foi de 27/09/2001 até 24/10/2001, portanto, 27 dias.

O período de tempo em que a *Azolla* foi mantida nas subáreas das quadras somou 63 dias, de 03/09/2001 até 05/11/2001. No 24º dia (27/09/2001), procedeu-se a pesagem de 100% da fitomassa fresca das subáreas, sendo esta retornada para as subáreas de crescimento após este trabalho.

Na inoculação de *Azolla* nas subáreas de teste, procurou-se aplicar uma dosagem de fitomassa de 0,20-0,25 kg.m⁻² (2,0-2,5 mil kg.ha⁻¹), conforme indicação

constante no QUADRO 7. Como padrão para o ponto de aplicação do inóculo, foi adotado a entrada de água das quadras. Durante o período de crescimento da *Azolla*, procurou-se manter a lâmina d'água entre 3 e 5 cm, exceto na coleta de fitomassa, quando se elevou o nível da água procurando assim facilitar o trabalho.

Para a quantificação da fitomassa de *Azolla* fresca, ou seja, em base de peso verde, nas inoculações e pesagens posteriores de fitomassa, usaram-se caixas de plástico para permitir o escoamento da água aderida às plantas, e para a verificação dos pesos utilizou-se uma balança da marca Marte, modelo LC10 com sensibilidade de 2 gramas.

A pesagem de *Azolla* fresca na avaliação do dia 27/09/2001 e no último dia do teste no viveiro e na subárea de cada quadra, procedeu-se com 100% da fitomassa fresca presente. A *Azolla* proveniente das subáreas pesada em 27/09/2001, foi retornada ao campo a fim de continuar o crescimento.

Para a análise química da fitomassa seca da subárea das quadras e do viveiro, coletou-se *Azolla* suficiente para compor amostras cujo peso médio foi de 344,34 g. A secagem destas amostras foi realizada em estufa com ventilação forçada, numa temperatura constante de 70 °C por 48 horas, conforme indicado por TALLEY e RAINS (1980). Este período foi suficiente para obter-se fitomassa seca a peso constante. Analisou-se com esta fitomassa os seguintes parâmetros: nitrogênio, fósforo, potássio, matéria orgânica e relação C/N. As análises foram realizadas pela Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC), em seu laboratório em Florianópolis, sendo as metodologias de análise mencionadas no QUADRO 10.

Com base nos dados da fitomassa verde no campo e o correspondente teor em fitomassa seca verificada em laboratório, para os dias 0 (inoculação), 24, 51 (apenas para o viveiro) e 63 (apenas para as subáreas), obteve-se a Taxa de Crescimento Relativo da Fitomassa Fresca (TCRFF) e a Taxa de Crescimento Relativo da Fitomassa Seca (TCRFS), conforme fórmulas a seguir:

$$\text{TCRFF} = (\ln \text{FFF} - \ln \text{FFI}) \div \Delta T$$

onde:

TCRFF = taxa de crescimento relativo da fitomassa fresca ($\text{g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$)

ln = logaritmo neperiano

FFF = fitomassa fresca final (g)

FFI = fitomassa fresca inicial (g)

ΔT = intervalo de tempo de determinado período do experimento (dias)

$$\text{TCRFS} = (\ln \text{FSF} - \ln \text{FSI}) \div \Delta T$$

onde:

TCRFS = taxa de crescimento relativo da fitomassa seca ($\text{g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$)

ln = logaritmo neperiano

FSF = fitomassa seca final (g)

FSI = fitomassa seca inicial (g)

ΔT = intervalo de tempo de determinado período do experimento (dias)

Com a TCRFS e os valores da FFI e a respectiva percentagem de matéria seca, calculou-se o Período para Duplicação da Fitomassa Seca (PDFS), ou seja, quantos dias foram necessários para que a fitomassa seca fosse dobrada, conforme fórmula adiante:

$$\text{PDFS} = (\ln (2 \cdot (\text{FFI} \cdot (\text{FS} \div 100))) - \ln (\text{FFI} \cdot (\text{FS} \div 100))) \div \text{TCRFS}$$

onde:

PDFS = período para duplicação da fitomassa seca (dias)

FS = fitomassa seca (%)

Com o conteúdo de nitrogênio na fitomassa, obteve-se a Densidade de Nitrogênio em base de *Azolla* Seca, conforme fórmula a seguir, que procurou estimar o potencial de acumulação para posterior fornecimento de nitrogênio para o arroz irrigado.

$$\text{DNAS} = (((\text{FFC} \cdot (\text{FS} \div 100)) \cdot (\text{NT} \div 100)) \div \text{ÁT}) \cdot 10000$$

onde:

DNAS = densidade de nitrogênio em base de *Azolla* seca ($\text{kgN}.\text{ha}^{-1}$)

FFC = fitomassa fresca no campo (kg)

FS = fitomassa seca (%)

NT = nitrogênio total (%)

ÁT = área de teste (m^2)

Estas medições e cálculos de parâmetros, procuraram avaliar a capacidade de crescimento da fitomassa da *Azolla* nativa nas condições de campo. No entanto, para uma noção dos outros fatores que interferem no desenvolvimento da *Azolla*,

realizou-se ainda análises químicas do solo e da água nos ambientes de crescimento, e também medições da radiação solar e temperatura da água durante o período de crescimento. Procurou-se estimar o potencial de adaptação da *Azolla* às condições de entressafra de arrozeiras irrigadas.

QUADRO 10 – METODOLOGIAS USADAS NAS ANÁLISES QUÍMICAS DA CIDASC PARA OS MATERIAIS DO TESTE A CAMPO COM *Azolla filiculoides* Lam. – 2001

MATERIAL	ÍNDICE	METODOLOGIA DE ANÁLISE
Solo	Matéria Orgânica	Combustão úmida, Oxidação da matéria orgânica por solução sulfocrômica, com aquecimento externo e determinação espectrométrica do Cr ⁺³
	N	Método Kjeldahl – Modificado por Tedesco & Gianello
	P	Extrator duplo ácido (HCl + H ₂ SO ₄) – Melich 1
	K	Extrator duplo ácido (HCl + H ₂ SO ₄) – Fotometria de Chama
	Al	Extrator Sal Neutro (KCl) – Espectrofotometria de Absorção Atômica
	Ca	Extrator Sal Neutro (KCl) – Espectrofotometria de Absorção Atômica
	Mg	Extrator Sal Neutro (KCl) – Espectrofotometria de Absorção Atômica
	H + Al	Extração com Acetato de Cálcio a pH 7 – Determinação Método Volumétrico com Titulação pelo Hidróxido de Sódio
Água	N total	Método Kjeldahl – Ácido Salicílico
	P ₂ O ₅ total	Gravimetria – Método Quimociac
	K ₂ O	Fotometria de Chama
	Resíduo Mineral	Forno 550 °C
<i>Azolla</i>	Matéria Orgânica	Combustão Seca – Forno 550 °C
	N total	Método Kjeldahl – Ácido Salicílico
	P ₂ O ₅ total	Gravimetria – Método Quimociac
	K ₂ O	Fotometria de Chama
	Carbono	A partir da matéria orgânica. Fator de conversão 1,80
	Resíduo Mineral	Forno 550 °C

FONTE: Laboratório de análises químicas de CIDASC-Florianópolis.

Para verificar possíveis mudanças nos parâmetros químicos de fertilidade dos solos, realizaram-se análises de solo do viveiro e subáreas das quadras. As amostragens foram realizadas em dois momentos: antes da inoculação, e no final do período de crescimento da *Azolla*, sendo que para as subáreas, a amostra de solo foi retirada um dia após a incorporação da fitomassa ao solo das quadras por processo mecânico tratorizado.

As análises de solo foram realizadas pela Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC), em seu laboratório em Florianópolis, que faz parte da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de

Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (ROLAS). As metodologias empregadas encontram-se no QUADRO 10 acima.

Com a intenção de obter informações sobre as condições nutricionais para o crescimento da *Azolla*, efetuaram-se análises de água, cujas amostragens para as subáreas e viveiro, foram efetuadas no momento da inoculação e no final do período do teste. A condutividade elétrica foi medida com condutivímetro do Laboratório de Hidroponia do Centro de Ciências Agrárias da UFSC, e os demais parâmetros foram analisados pelo laboratório da CIDASC-Florianópolis, conforme consta no QUADRO 10, acima.

Para melhor caracterizar as condições do teste a campo no que se refere à radiação solar, efetuou-se medidas da Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) com ceptômetro de barra com sensor de 80 cm, modelo Accupar de referência comercial Decagon. A coleta de dados, nas subáreas e no viveiro, foi realizada nos dias 0 (03/09/2001), 16 (19/09/2001), 37 (10/10/2001) e 49 (22/10/2001), com o sensor do ceptômetro numa altura de 70 cm da lâmina d'água, sempre com duas medidas para cada ponto, girando o ceptômetro num ângulo horizontal de 90° para cada uma delas. Em cada dia, o horário das medições para as quadras foi das 7 às 18 horas, nas horas completas, e para o viveiro, sempre 10 a 15 minutos após, devido a distância deste em relação às subáreas das quadras.

Concomitantemente à tomada da RFA, efetuou-se a medição da temperatura da água a 2 cm de profundidade, nas subáreas e no viveiro. Utilizou-se para tal um termômetro portátil com sonda térmica, modelo Microzelle LR03, marca CE.

4.4.2 Resultados e Discussão do Teste a Campo com *Azolla* Nativa

A observação da TABELA 12 para a subárea das quadras, indica que na *Azolla*, houve diminuição do teor de nutrientes na fitomassa ao longo do teste a

campo. No 24º dia do teste, a Fitomassa Seca, o Resíduo Mineral e a Relação C/N, estavam mais elevados que na inoculação. Estes índices estão em acordo com a senescência de tecidos verificados *in loco*, já a inversão de alguns destes valores no 63º dia, caracteriza fitomassa morta observada nas subáreas.

Utilizando-se do fator de conversão encontrado em KIEHL (1985), ou seja, “ $P = P_2O_5 \cdot 0,437$ ”, e observando que o fósforo ao encontrar-se “...em concentração suficiente no meio é acumulado pela *Azolla*, a qual pode conter até 1,6% do peso seco, sendo suficiente 0,23%” (FIORE, 1984), observa-se que para as subáreas e viveiro avaliados, a concentração inicial de P na fitomassa foi de 0,27%, portanto, a *Azolla* na inoculação estava suprida com pouco mais que o mínimo necessário para este nutriente. Ao longo do teste, a *Azolla* concentrou fósforo em sua fitomassa no viveiro, e o contrário foi verificado nas subáreas.

O maior valor para a Densidade da Fitomassa Seca, foi encontrado na subárea 2 no 24º dia do teste, $106,63 \text{ g.m}^{-2}$, e no mesmo momento, a subárea 6 apresentou $75,96 \text{ g.m}^{-2}$. Já no último dia do teste, as subáreas continham respectivamente $22,56$ e $22,35 \text{ g.m}^{-2}$ de fitomassa em base seca. Percebe-se que houve crescimento registrado de *Azolla* até próximo ao primeiro mês da inoculação, ao passo que ao final do teste, já havia ocorrido diminuição da densidade de *Azolla* por área.

Para o primeiro período avaliado (03/09/2001 até 27/09/2001), a subárea 2 apresentou TCRFS maior que a subárea 6 ($0,088$ contra $0,078 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), e já no segundo período (27/09/2001 até 05/11/2001), as duas subáreas apresentaram TCRFS negativas, caracterizando crescimento negativo, ou seja, diminuição da fitomassa a campo.

Os Períodos para Duplicação da Fitomassa Seca (PDFS) nas subáreas 2 e 6 para os primeiros 24 dias de crescimento, foram respectivamente 7,8 e 8,8 dias. Estes valores não caracterizam condição favorável de crescimento conforme apontado por FIORE (1984).

TABELA 12 – DADOS DE CAMPO E DE ANÁLISES LABORATORIAIS DE *Azolla filiculoides* Lam. EM TESTE NOS AMBIENTES DAS SUBÁREAS DAS QUADRAS DE ARROZ E VIVEIRO NO MUNICÍPIO DE AGROLÂNDIA/SC – 2001

REFERÊNCIAS			AZOLLA FILICULOIDES								
Data ⁽¹⁾	Dia ⁽²⁾	Lo cal	N Total (%)	P Total ⁽³⁾ (%)	K ₂ O (%)	MO (%)	C/N	Resíduo Mineral de Azolla (%)	Fito-massa Seca (%)	Fitomassa Fresca a Campo (kg)	Área de Teste (m ²)
03/09/2001	0	⁽⁷⁾ 2	⁽⁹⁾ 2,98	0,27	2,58	73,5	13,8	19,8	5,39	11,84	50,00
27/09/2001	24	2	1,63	0,01	1,00	68,6	23,4	25,2	9,13	58,40	50,00
05/11/2001	63	2	2,47	0,09	3,10	72,6	16,3	19,8	8,76	12,88	50,00
03/09/2001	0	⁽⁷⁾ 6	⁽⁹⁾ 2,98	0,27	2,58	73,5	13,8	19,8	5,39	10,29	48,00
27/09/2001	24	6	1,51	0,05	1,10	73,0	26,9	22,4	7,68	47,45	48,00
05/11/2001	63	6	1,94	0,08	0,42	66,4	19,0	26,6	10,27	10,44	48,00
03/09/2001	0	⁽⁸⁾ V	⁽⁹⁾ 2,98	0,27	2,58	73,5	13,8	19,8	5,39	0,22	12,32
27/09/2001	⁽⁴⁾ 24	V	⁽¹⁰⁾ 2,87	0,44	2,50	64,0	12,4	30,8	6,57	14,05	12,32
27/09/2001	⁽⁵⁾ 24/0	V	⁽¹⁰⁾ 2,87	0,44	2,50	64,0	12,4	30,8	6,57	0,55	12,32
24/10/2001	⁽⁶⁾ 51/27	V	3,33	0,49	3,45	64,0	10,7	33,6	5,99	23,84	12,32

REFERÊNCIAS			AZOLLA FILICULOIDES				
Data ⁽¹⁾	Dia ⁽²⁾	Lo cal	Densidade da Fitomassa Fresca a Campo (g.m ⁻²)	Densidade da Fitomassa no Campo em Base Seca (g.m ⁻²)	Taxa de Crescimento Relativo da Fitomassa Fresca (g.g ⁻¹ .dia ⁻¹)	Taxa de Crescimento Relativo da Fitomassa Seca (g.g ⁻¹ .dia ⁻¹)	Densidade de Nitrogênio em Base de Azolla Seca (kgN.ha ⁻¹)
03/09/2001	0	⁽⁷⁾ 2	236,76	12,04		⁽¹¹⁾	⁽¹¹⁾ 3,804
27/09/2001	24	2	1168,04	106,63	0,067	0,088	17,381
05/11/2001	63	2	257,54	22,56	-0,039	-0,040	5,572
03/09/2001	0	⁽⁷⁾ 6	214,38	12,22		⁽¹¹⁾	⁽¹¹⁾ 3,445
27/09/2001	24	6	988,58	75,96	0,064	0,078	11,470
05/11/2001	63	6	217,58	22,35	-0,039	-0,031	4,335
03/09/2001	0	⁽⁸⁾ V	17,86	0,96		⁽¹²⁾	⁽¹²⁾ 0,287
27/09/2001	⁽⁴⁾ 24	V	1140,42	74,93	0,173	0,192	21,507
27/09/2001	⁽⁵⁾ 24/0	V	44,64	2,93		⁽¹³⁾	⁽¹³⁾ 0,842
24/10/2001	⁽⁶⁾ 51/27	V	1934,74	115,84	0,140	0,136	38,572

FONTE: O autor

(1) Datas do teste com *Azolla*.

(2) Dias de contagem do período de tempo do teste com *A. filiculoides*.

(3) Os dados originais em P₂O₅ foram convertidos para P conforme KIEHL (1985): P = P₂O₅ . 0,437

(4) Último dia do primeiro crescimento de *A. filiculoides* no viveiro.

(5) 24º dia do teste a campo com *A. filiculoides* e início do segundo crescimento no viveiro.

(6) 51º dia do teste a campo com *A. filiculoides* e 27º do segundo crescimento das plantas no viveiro.

(7) Subárea das quadras orízícolas 2 e 6.

(8) Viveiro de *Azolla*.

(9) Mesmos valores para os parâmetros químicos, pois para a inoculação nas subáreas das quadras e primeira inoculação no viveiro, tratava-se da mesma fitomassa. Os valores representam a média de duas amostras.

(10) Mesmos valores para os parâmetros químicos, pois das plantas retiradas do viveiro, aproveitou-se um pouco de fitomassa para reinoculação.

(11) Sem valores, pois tratava-se da inoculação nas subáreas das quadras.

(12) Sem valores, pois tratava-se da primeira inoculação no viveiro.

(13) Sem valores, pois tratava-se da segunda inoculação no viveiro.

Subtraindo da Densidade de Nitrogênio em Base de *Azolla* Seca no final do período de crescimento, o valor deste parâmetro no momento da inoculação, e dividindo o resultado pelo número de dias de crescimento da fitomassa, para os dois períodos de crescimento, obtêm-se proporcionalmente a taxa de fixação de N.

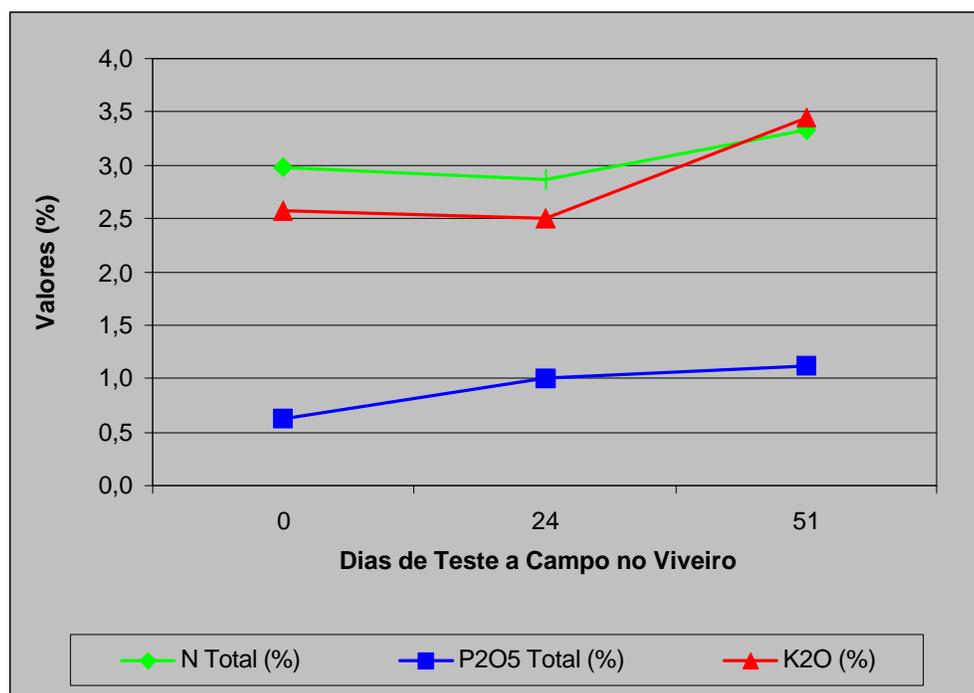
As taxas de fixação de nitrogênio no primeiro período de crescimento nas subáreas 2 e 6, foram respectivamente 0,566 e 0,334 kgN.ha⁻¹.dia⁻¹. Considerando que taxas de fixação para *Azolla* ocorrem de 1,0 a 3,6 kgN.ha⁻¹.dia⁻¹, conforme WATANABE citado em WAGNER (1997), nas condições de campo das arrozeiras testadas, a fixação biológica de nitrogênio ocorreu a baixa intensidade para o primeiro período de crescimento, sendo que no segundo, a fitomassa diminuiu em densidade por área, certamente ocorrendo mineralização do nitrogênio orgânico da *Azolla*.

Pela análise da TABELA 12 acima, pode-se observar que no viveiro a *A. filiculoides*, durante o período do teste a campo, incrementou o conteúdo de N, P e K na fitomassa (GRÁFICO 5). Isto demonstra a boa condição nutricional neste ambiente. A relação C/N diminuiu com o passar do tempo, estando em acordo com o aumento do conteúdo em N na fitomassa. Os valores de fitomassa seca encontram-se dentro do intervalo de 5 a 7% relatado em FIORE (1984).

O maior valor de fitomassa seca por área atingida no viveiro, foi de 115,84 g.m⁻² (1,16 mil kg.ha⁻¹), isto em 27 dias de crescimento. Considerando que até este momento não houve grande sobreposição de camadas de *Azolla*, um maior período de crescimento nestas condições, pode proporcional uma densidade ainda maior de fitomassa, até que seja atingido o valor máximo.

A Taxa de Crescimento Relativo da Fitomassa em base de peso Seco (TCRFS) no viveiro, para os dois períodos de crescimento, foi de 0,192 e 0,136 g.g⁻¹.dia⁻¹, e os respectivos Períodos para Duplicação da Fitomassa Seca (PDFS), foram 3,6 e 5,1 dias. Em condições favoráveis de campo, segundo FIORE (1984), a *Azolla* pode dobrar seu peso em 3 a 5 dias, ou seja, o viveiro caracteriza um ambiente para um crescimento rápido da fitomassa.

GRÁFICO 5 – COMPORTAMENTO DOS NUTRIENTES NA FITOMASSA DE *Azolla filiculoides* Lam. CULTIVADA EM VIVEIRO NO TESTE A CAMPO EM AGROLÂNDIA/SC - 2001



Para o primeiro período de crescimento, a taxa de fixação de N foi de 0,844 kgN.ha⁻¹.dia⁻¹ (em 24 dias), e para o segundo, 1,397 kgN.ha⁻¹.dia⁻¹ (em 27 dias). Estes valores são comparáveis com a fixação de 1,2 kg de N.ha⁻¹.dia⁻¹, relatado por TALLEY et al., mencionados em SHI e HALL (1988).

Os dados das análises de solo das subáreas das quadras e do viveiro encontram-se na TABELA 13.

Os índices químicos dos solos das subáreas das quadras usadas para o teste, apresentaram diferenças entre si. O que mais se destaca é o teor de fósforo, que para arroz irrigado foi considerado baixo, exceto para a segunda análise na quadra 2. Esta quadra recebeu água diretamente da quadra 1 e ficou por mais tempo com lâmina d'água, e portanto, um ambiente de maior redução, que ocasionou a elevação do índice SMP, e por consequência, diminuição do Al com aumento do teor em P. Isto pode explicar em boa medida a diferença para o fósforo.

TABELA 13 – DADOS DE ANÁLISES DE SOLO DAS SUBÁREAS DAS QUADRAS ORIZÍCOLAS E DO VIVEIRO NO TESTE A CAMPO COM *Azolla filiculoides* Lam. – 2001

REFERÊNCIAS			SOLO								
Data ⁽¹⁾	Dia ⁽²⁾	Local	Argila (%)	pH em água	SMP	P (ppm)	K (ppm)	MO (%)	Al (cmolc/l)	Ca (cmolc/l)	Mg (cmolc/l)
03/09/2001	0	⁽⁵⁾ 2	52	4,6	4,7	0,6	71	3,6	3,3	4,3	1,7
05/11/2001	⁽³⁾ 63	2	42	4,7	5,3	13,5	153	3,4	0,7	5,1	2,6
03/09/2001	0	⁽⁵⁾ 6	52	4,5	4,6	0,3	58	2,7	3,5	3,2	1,2
05/11/2001	⁽³⁾ 63	6	61	4,4	4,8	3,4	115	3,3	3,4	3,4	1,5
03/09/2001	0	⁽⁶⁾ V	25	7,5	7,4	50,0	333	2,7	-	15	1,6
24/10/2001	⁽⁴⁾ 51/27	V	26	7,0	7,1	50,0	444	3,2	-	24,0	3,7

REFERÊNCIAS			SOLO					
Data ⁽¹⁾	Dia ⁽²⁾	Local	Na (ppm)	H + Al (cmolc/l)	pH – CaCl ₂	Soma de Bases (S) (cmolc/l)	CTC (cmolc/l)	V (%)
03/09/2001	0	⁽⁵⁾ 2	69	11,52	4,1	6,49	18,02	36,03
05/11/2001	⁽³⁾ 63	2	29	6,71	4,3	8,22	14,93	55,08
03/09/2001	0	⁽⁵⁾ 6	64	12,61	4,0	4,84	17,45	27,71
05/11/2001	⁽³⁾ 63	6	32	10,53	3,8	5,34	15,87	33,64
03/09/2001	0	⁽⁶⁾ V	100	1,01	7,1	18,20	19,21	94,76
24/10/2001	⁽⁴⁾ 51/27	V	75	1,32	6,7	29,17	30,50	95,67

(1) Datas do teste com *Azolla*.

(2) Dias de contagem do período de tempo do teste com *Azolla*.

(3) Amostragem realizada um dia após a incorporação da *Azolla* ao solo das subáreas das quadras.

(4) 51º dia do teste com *Azolla* e 27º do segundo crescimento da fitomassa de *Azolla* do viveiro.

(5) Subárea das quadras orizícolas 2 e 6.

(6) Viveiro de *Azolla*.

O crescimento da *Azolla* no primeiro período de crescimento foi maior na subárea da quadra 2, quando comparado com a subárea 6, ou seja, uma Taxa de Crescimento Relativo da Fitomassa Seca de 0,088 contra 0,078 g.g⁻¹.dia⁻¹, e também uma Densidade de Nitrogênio maior, 17,38 contra 11,47 kgN.ha⁻¹. A melhor condição de fertilidade da subárea 2, principalmente em P, pode ser relacionada a este melhor desempenho.

O solo do viveiro apresentou índices destacadamente diferentes em relação ao solo das subáreas, com fertilidade maior expressa em valores de pH maiores e teores de nutrientes mais elevados. Os valores elevados em P e Ca neste ambiente, certamente estão influenciados pela aplicação de hiperfosfato natural reativo de Gafsa. A interpretação de análise para o fósforo foi mais do que suficiente para a cultura do arroz irrigado. O pH mostrou-se particularmente elevado e a Saturação de

Bases foi maior que 90%. O teor de argila, no entanto, não caracteriza um solo pesado de arrozeira irrigada.

Esta condição de elevada fertilidade proporcionou o acentuado crescimento de *Azolla* no viveiro, inclusive com uma concentração de N, P e K na fitomassa.

Na TABELA 14 são apresentados os dados das análises de água das subáreas, do viveiro, e de um tanque de piscicultura, cujos valores foram incluídos por considerar-se importantes para um melhor entendimento do comportamento da *Azolla* espontânea encontrada em Agrolândia.

TABELA 14 – DADOS DE ANÁLISES DE ÁGUA DA SUBÁREA DAS QUADRAS E DO VIVEIRO NO TESTE A CAMPO COM *Azolla filiculoides* Lam. – 2001

REFERÊNCIAS			ÁGUA				
Data ⁽¹⁾	Dia ⁽²⁾	Local	CE ⁽³⁾ (mS.cm ⁻¹)	pH	N Total (mg.l ⁻¹)	P Total ⁽⁴⁾ (mg.l ⁻¹)	K ₂ O (mg.l ⁻¹)
03/09/2001	0	⁽⁶⁾ 2	0,090	6,25	300	Traços	8
05/11/2001	63	2	0,075	6,72	0	8,74	4
03/09/2001	0	⁽⁶⁾ 6	0,090	6,24	300	Traços	8
05/11/2001	63	6	0,080	6,77	0	13,11	4
03/09/2001	0	⁽⁷⁾ V	0,310	6,91	300	56,81	16
24/10/2001	⁽⁵⁾ 51/27	V	0,355	7,05	0	8,74	20
05/11/2001	0	⁽⁸⁾ T	0,080	6,74	0	13,11	4
27/11/2001	22	T	0,070	6,32	0	349,60	4

FONTE: O autor.

(1) Datas do teste com *Azolla* e da amostragem da água, exceto em 03/09/2001, cuja amostragem procedeu-se em 04/09/2001.

(2) Dias de contagem do período de tempo do teste com *Azolla*.

(3) Condutividade elétrica da água.

(4) Os dados originais em P₂O₅ foram convertidos para P conforme KIEHL (1985): P = P₂O₅ . 0,437

(5) 51º dia do teste com *Azolla* e 27º do segundo crescimento da fitomassa de *Azolla* do viveiro.

(6) Subárea das quadras orizícolas 2 e 6.

(7) Viveiro de *Azolla*.

(8) Tanque de piscicultura na propriedade agrícola do Sr. Valdir Sandrini, município de Agrolândia.

Na inoculação de *Azolla* nas subáreas, foi registrado apenas traços de fósforo total na água. O comportamento das plantas durante o teste a campo, sugere que este nutriente manteve-se a baixos níveis na água durante este período. Os valores de 8,74 e 13,11 mgP.l⁻¹ no 63º dia, para as subáreas 2 e 6 respectivamente, pode não representar a condição à qual a *Azolla* esteve exposta, já que a água esteve em constante renovação.

Exceto para o N Total e pH, os índices verificados na água do viveiro e subáreas, apresentaram-se consideravelmente diferentes em 03/09/2001. Este foi o momento da inoculação, e considerando que no viveiro havia pouca *Azolla* absorvendo fósforo da água, nesta situação entende-se o valor elevado deste nutriente neste ambiente.

Considerando que no viveiro houve apenas reposição da água evaporada, no último dia do teste, o fósforo na água teve seu índice menor se comparado ao início, o que provavelmente é devido à eficiência de extração deste nutriente pela *A. filiculoides*.

Pela maior condutividade elétrica na água do viveiro, pode-se inferir que o conteúdo de sais solúveis neste ambiente, foi para as duas amostragens, consideravelmente maior. O potássio sempre esteve presente em maior concentração na água do viveiro, inclusive quando comparado com o tanque de piscicultura.

O tanque de piscicultura é servido com a mesma água que irriga as quadras orizícolas do teste de *Azolla* a campo. A primeira coleta de amostra d'água deste tanque, foi realizada ainda durante seu enchimento, o que explica a semelhança de valor em fósforo em relação às subáreas de teste. O teor de fósforo foi verificado muito alto na segunda amostragem da água, onde a *Azolla* apresentou crescimento excepcional (FOTOGRAFIA 21). As plantas encontradas aderidas ao solo antes do enchimento com água, multiplicaram-se ao ponto de cobrir 100% da superfície líquida em 22 dias. As adubações com esterco de suínos, usualmente realizadas para incrementar o crescimento dos peixes, e a redução do solo do tanque com disponibilização de fósforo, devem explicar o elevado teor deste nutriente na água.

Tomando os quatro dias de observações já especificados, a maior média de Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) observada a campo, foi de 1512,88 μmol de fótons. $\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, observada às 14 horas na subárea 2. Este valor é seguido por

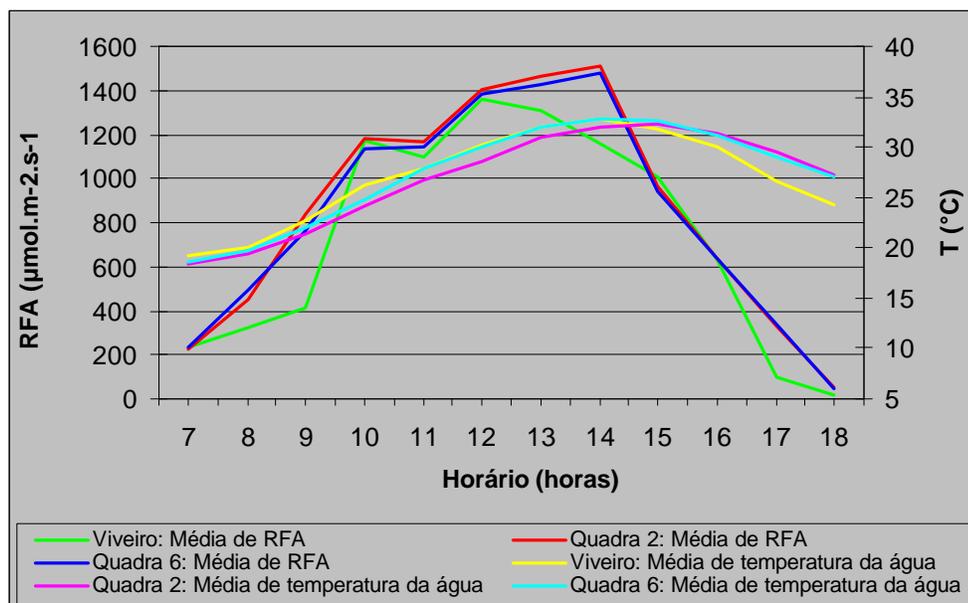
1478,25 (14 horas) na subárea 6 e 1358,63 $\mu\text{mol de fótons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (12 horas) no viveiro (GRÁFICO 6).

FOTOGRAFIA 21 – *Azolla filiculoides* Lam. COBRINDO COMPLETAMENTE A SUPERFÍCIE D'ÁGUA EM TANQUE DE PISCICULTURA NO MUNICÍPIO DE AGROLÂNDIA/SC – 27 NOV 2001



NOTA: Propriedade agrícola do Sr. Valdir Sandrini.

GRÁFICO 6 – CURVAS REPRESENTATIVAS DA RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA (RFA) E TEMPERATURA DA ÁGUA EM TESTE DE CAMPO COM *Azolla filiculoides* Lam. EM AMBIENTES DE VIVEIRO E QUADRAS ARROZEIRAS NO MUNICÍPIO DE AGROLÂNDIA/SC – 03/09/2001 ATÉ 22/10/2001



Em base disso e considerando a indicação de FIORE (1984), a qual considera que na *Azolla* “a fotossíntese se satura à cerca de 400 micro Einstein.m⁻²”

$^2.s^{-1}$ e não diminui até valores da ordem dos 2000 micro Einstein. $m^{-2}.s^{-1}$ ”; e verificando que a unidade de radiação desta citação, segundo CZARNOWSKI (1996), equivale a μmol de fótons. $m^{-2}.s^{-1}$, sendo esta a unidade usada neste trabalho para quantificar a RFA, percebe-se que a fotossíntese na *Azolla* em teste a campo, não sofreu prejuízo por radiação acima de 2000 μmol de fótons. $m^{-2}.s^{-1}$.

TALLEY e RAINS (1980), determinaram que para *A. filiculoides* o ótimo para a fixação de N_2 , ocorre quando o fluxo de fótons está em aproximadamente 500 $\mu\text{E}.m^{-2}.\text{seg}^{-1}$. Neste caso, a condição de campo para os três ambientes avaliados, foi de uma RFA acima da necessidade ótima para o fixação biológica de nitrogênio.

Apesar da revisão bibliográfica não referir-se especificamente à temperatura da água para *Azolla*, considera-se que as médias de todos horários para a temperatura da água de 26,99 °C (viveiro), 27,30 °C (subárea 6) e 26,84 °C (subárea 2), estão compatíveis com a indicação de ROGER, ZIMMERMAN e LUMPKIN (1993), onde é mencionado que o intervalo de temperatura ambiente ótima para o crescimento de *Azolla* está entre 20 e 30°C.

4.5 CONCLUSÕES SOBRE *Azolla filiculoides* Lam. NATIVA

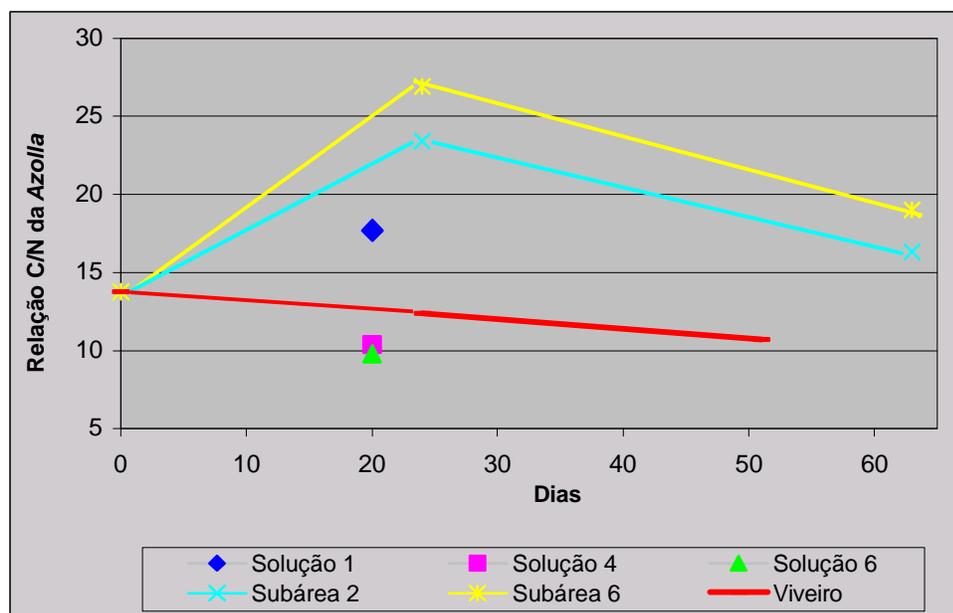
Em base dos locais no Estado de Santa Catarina com existência de *Azolla*, apontados pela revisão bibliográfica, e pela inclusão dos locais encontrados por este trabalho, considera-se bastante provável a existência de *Azolla* nativa em todos municípios da região do Alto Vale do Itajaí.

Considera-se que a *Azolla* não seja localizada freqüentemente em arrozais irrigadas convencionais na região do Alto Vale do Itajaí, devido o uso de herbicidas e o desconhecimento dos agricultores, que por não identificarem a espécie como de interesse para a agricultura, procuram eliminá-la de suas arrozais.

Pela observação do GRÁFICO 7 para o ambiente controlado e a campo, percebe-se que a simbiose *Azolla* x *Anabaena* na condição de viveiro, diminuiu sua relação carbono/nitrogênio (C/N) pelo tempo, indicando alta fixação de nitrogênio,

com valores próximos das condições de maiores níveis de fósforo em solução nutritiva. Por sua vez, a subárea das quadras orizícolas, aumentaram a C/N no decorrer do teste a campo, com valores mais próximos do nível de ausência de fósforo do ambiente controlado. Pela coerência dos dados do experimento controlado em relação ao comportamento da *Azolla* a campo, conclui-se que a C/N pode ser um parâmetro para verificar o comportamento da simbiose *Azolla* x *Anabaena* em condições de arrozais irrigados semelhantes as testadas.

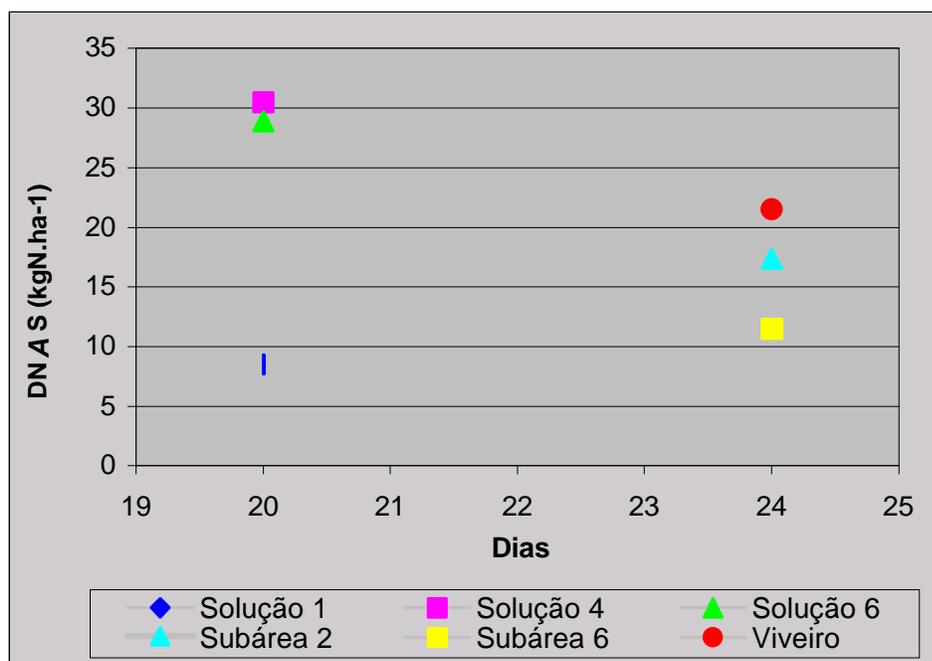
GRÁFICO 7 – RELAÇÃO CARBONO/NITROGÊNIO (C/N) DE *Azolla filiculoides* Lam. NO VIGÉSIMO DIA SOB AMBIENTE CONTROLADO E PELO TEMPO NO TESTE A CAMPO EM AGROLÂNDIA/SC - 2001



O crescimento vigoroso e a alta taxa de fixação de nitrogênio verificada no viveiro, expressa numa densidade de nitrogênio comparada com as maiores concentrações de fósforo em solução nutritiva (GRÁFICO 8), está na conjugação de condições climáticas não limitantes e boa condição de fertilidade para o crescimento. No entanto, o desenvolvimento das plantas nas arrozais testadas, foi pelos parâmetros avaliados, limitado principalmente pela disponibilidade de fósforo, sendo que o conteúdo deste nutriente no solo, apresenta a melhor explicação para os resultados conseguidos.

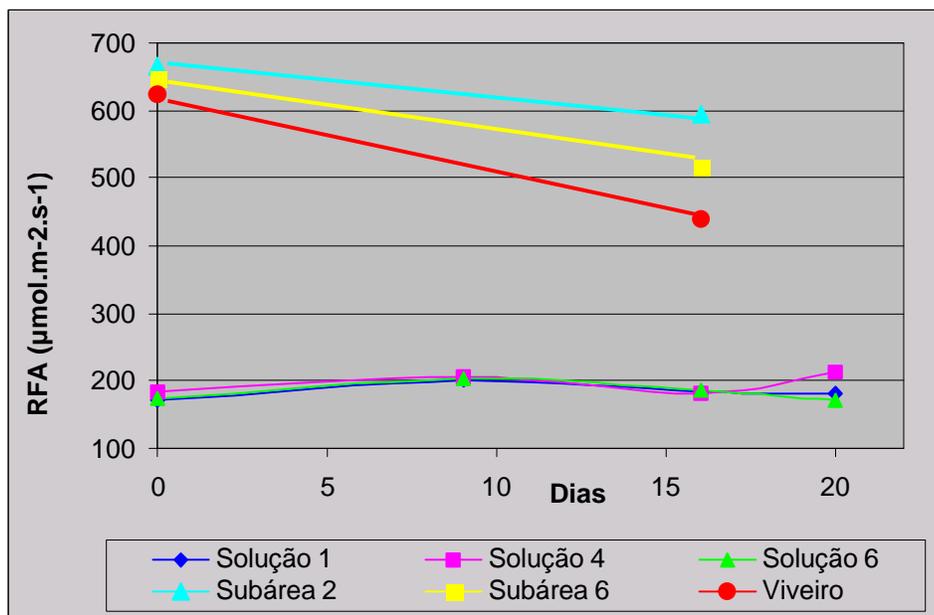
Conjugando a constatação da eficiência de fixação de nitrogênio e crescimento da *A. filiculoides* sob experimento controlado, com a observação do GRÁFICO 9, conclui-se que a época testada para cultivo de *Azolla* nativa a campo, não apresentou insuficiência de Radiação Fotossinteticamente Ativa para o crescimento das plantas. Em relação a este parâmetro, o cultivo de *Azolla* pode ser realizado em condições de campo e época semelhantes às testadas, ou seja, em arrozais irrigadas no período que antecede a semeadura do arroz no Alto Vale do Itajaí.

GRÁFICO 8 – DENSIDADE DE NITROGÊNIO EM BASE DE *Azolla filiculoides* Lam. SECA (DNAS) NO VIGÉSIMO DIA SOB AMBIENTE CONTROLADO E NO VIGÉSIMO QUARTO DIA EM TESTE A CAMPO EM AGROLÂNDIA/SC - 2001



O crescimento vigoroso da *Azolla* constatado no viveiro e também o observado no tanque de piscicultura, reforça a possibilidade de cultivo de *Azolla* na época primaveril no Alto Vale do Itajaí, desde que haja um adequado suprimento em nutrientes, principalmente fósforo, ou seja, conclui-se finalmente que a limitação para o cultivo de *Azolla* não foi a condição climática, mas sim a fertilidade do meio.

GRÁFICO 9 - RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA (RFA) RECEBIDA PELA *Azolla filiculoides* Lam. SOB AMBIENTE CONTROLADO E NO PRIMEIRO PERÍODO DE CRESCIMENTO DO TESTE A CAMPO EM AGROLÂNDIA/SC - 2001



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONCLUSÕES

O modelo agrícola da Revolução Verde orientou a orizicultura em direção a uma crescente industrialização, independente da área de terra usada e da condição da agricultura (familiar ou patronal), e o contexto macroeconômico atual indica uma remuneração cada vez menor do arroz, que neste caso representa uma mercadoria, e por conseguinte, está sujeito às leis do mercado.

Nesta situação, os produtores familiares ou empresários agrícolas inseridos neste modelo, procuram atender à lógica do sistema, que os conduz necessariamente para o aumento da produtividade da cultura arrozeira, redução dos custos, e para a produção em escala. A consequência da tendência visualizada, é para uma maior oferta de produto e redução dos preços recebidos com redução do lucro por unidade de produto. Estes fatores fecham um ciclo, que ano após ano vai intensificando o fenômeno e perpetuando o modelo industrial de produção orizícola.

Diante deste quadro, a revisão de literatura e as estatísticas fornecidas pelos órgãos governamentais, e analisadas neste trabalho, indicam que há basicamente dois caminhos para a produção familiar orizícola de pequeno porte:

- a) a especialização crescente na atividade, o que pressupõe a tendência para aumento da industrialização e dependência deste pacote tecnológico. O enfoque é para a produtividade sendo a quantidade o maior objetivo; e
- b) a diversificação e integração de atividades da agropecuária tendo por cultura base o arroz, procurando ampliar a geração interna dos insumos produtivos (baixo uso de insumos industriais). Nesta perspectiva, a produção através da agricultura orgânica representa uma oportunidade de diferenciação de produtos no mercado, com possibilidade de melhor remuneração para o conjunto da produção da unidade agrícola. Aqui as relações que se estabelecem entre os diversos componentes produtivos

assumem a característica principal, e a qualidade tem um significado destacado.

Diante da atual valorização e reconhecimento da agricultura orgânica, verificados tanto no setor privado como governamental, considera-se confirmada a hipótese geral deste trabalho, na medida em que esta forma de produção está em franco aumento, e pela melhor remuneração do produto agrícola, está permitindo a manutenção da orizicultura familiar de pequeno porte.

Leguminosas e *Azolla* spp. têm papel importante no fornecimento de nitrogênio em sistemas de orizicultura tradicional, devido a capacidade de fixação biológica deste nutriente. Por ser um processo de geração de fertilidade *in loco*, dá maior autonomia e independência em relação às fontes sintéticas de nitrogênio.

A *Azolla filiculoides* Lam., pteridófita aquática, tem ocorrência espontânea e associação com cianobactéria na região do Alto Vale do Itajaí/SC. Em Agrolândia, esta espécie apresentou crescimento considerável e alta capacidade de fixar nitrogênio em condições primaveris, quando sem carência de nutrientes, particularmente fósforo. No mesmo município, em condições de arrozeiras convencionais, o crescimento não foi satisfatório, de forma que somente na superação da limitação nutricional, a *Azolla* poderá ter crescimento suficiente para contribuir na substituição do adubo nitrogenado sintético, atualmente empregado no sistema de produção convencional do arroz irrigado por inundação.

Na superação da limitação apontada, o uso de *Azolla* nativa poderá contribuir na substituição do nitrogênio sintético e facilitar a transição para o sistema orgânico de produção, constituindo-se assim, em potencial fonte autônoma deste nutriente para as propriedades de orizicultura familiar de pequeno porte.

SUGESTÕES

Com o objetivo de encontrar os melhores critérios de uma rizipiscicultura para produção de arroz orgânico, adaptada às características de Santa Catarina, e

de suas microrregiões de produção de arroz como o Alto Vale do Itajaí, poderiam ser conduzidas pesquisas para obtenção e/ou determinação de:

- a) variedades de porte maior, tradicionais ou melhoradas para este fim, pois uma maior lâmina d'água favorece os peixes;
- b) menores densidades de semeadura/plantio, até ao ponto de não afetar a produtividade, já que há uma compensação no crescimento individual de plantas e ocorre uma melhora nas condições de sanidade da lavoura devido um microclima melhor para o arroz; e
- c) qual a menor dosagem de nitrogênio via adubação orgânica que não interfira no rendimento do arroz.

O uso de mudas de arroz, ao invés de semeadura com sementes pré-germinadas, poderá trazer como vantagem a possibilidade de uso de alevinos II para estocagem 3 a 4 dias após o transplante, e assim, realizar um controle mais efetivo da bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*), pois os peixes a partir deste estágio comem as larvas do inseto, que em sua maioria ainda não se fixaram nas raízes do arroz.

São necessárias pesquisas para a produção de arroz orgânico sem o uso da rizipiscicultura, pois o aumento do arroz orgânico não pode ficar limitado às possibilidades de aumento do uso desta técnica, já que nem todos proprietários se dispõem a trabalhar com peixes, ou mesmo podem realizar o consórcio de rizipiscicultura devido a insuficiência de água, água não adequada ou poluída e outros fatores que limitam seriamente ou impossibilitam a rizipiscicultura.

Uma dimensão de difícil solução na agricultura familiar de pequeno porte, está fora da área de produção agrícola, pois não diz respeito direto ao trabalho de obtenção de alimentos, e é também aquela que tem as maiores possibilidades de contribuição para a perpetuação deste modelo de produção, resumindo-se esta afirmativa nas perguntas: “Quem vai organizar e conscientizar os consumidores de tal forma que apoiem a agricultura familiar de pequeno porte?” “De que modo isto pode ser feito?”

Sendo assim, é imprescindível políticas públicas voltadas aos interesses e necessidades dos produtores da agricultura orgânica, e não apenas isto, também políticas governamentais destinadas a fortalecer toda a cadeia produtiva orgânica, pois a valorização de formas mais sustentáveis de agricultura, passa pela discussão e reconhecimento de todos os envolvidos desde a produção até o consumo.

Também sugere-se aos produtores orgânicos da agricultura familiar de pequena escala, especialmente aqueles com sistemas integrados de produção, que invistam em formas alternativas de **relação direta com os consumidores**, das formas mais variadas possíveis, como feiras livres, promovendo dias de “colha e pague” e “pesque e pague”, visitas às propriedades, aulas práticas com crianças do ensino fundamental e médio, etc. Esta certamente é a forma mais efetiva de eliminar intermediários (atacadistas), diminuir o preconceito pelos agricultores quando vistos como “colonos”,... , enfim, ampliar o reconhecimento e o diálogo com o meio urbano, quanto ao real valor das pessoas que estão produzindo **alimentos saudáveis** e ambiente para uma **melhor qualidade de vida**.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A. de; PURCINO, J. R. C.; PURCINO, A. Á. C. **Azolla**: fonte alternativa de nitrogênio para arroz cultivado em várzeas inundáveis. Belo Horizonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), 1985. 20 p. (Boletim Técnico, n. 20)
- ACARESC. **Criar marrecos de Pequim em arrozeiras**: um bom negócio. Florianópolis: Associação de Crédito e Assistência Rural de Santa Catarina (ACARESC), 1990. 9 p.
- ALTIERI, M. A. Multifunctional biodiversity in Latin American traditional agriculture. **ILEIA Newsletter**, v. 15, n. 4, p. 14, Dec. 1999. Disponível em: <<http://www.ileia.org/2/15-34/14>> Acesso em: 04 maio 2002.
- ALTMANN, R. **Estratégias de agregação de renda da agricultura familiar.ppt**. ICEPA/SC. Florianópolis, jul. 2001. Arquivo (454 kB). Microsoft PowerPoint 97. Palestra proferida no Curso Internacional sobre Desenvolvimento Rural, Agricultura Familiar e Integração Econômica.
- ALTO VALE. Agrônômica mantendo o título. **Alto Vale**, Trombudo Central, 28 mar. 2002. ano 4, n. 36, p. 4, colunas 1 e 2.
- ANGLADETTE, A. **El arroz**. Barcelona: Editorial Blume, 1969. p. 9-14.
- ARROZPEC. **Uma parceria produtiva e lucrativa**. Disponível em: <<http://www.arrozpec.com.br/centralteco.html>> Acesso em: 18 maio 2002.
- BARTZ, H. R. (Coord.) **Recomendação de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3. ed., Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul, 1994. p. 53.
- BAYLISS-SMITH, T. P. Energy flows and agrarian change in Karnataka: the Green Revolution at micro-scale. In: BAYLISS-SMITH, T. P.; WANMALI, S. (Ed.) **Understanding Green Revolutions**: agrarian change and development planning in South Asia. Cambridge: Cambridge University Press, 1984. p. 153-172.
- BÓDIS, G.; SOUSA ROSA, A. B. de. **Marreco e peixe**: criação em consórcio. Brasília: Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), 1987. 35 p.
- BOLL, M. G.; ROCZANSKI, M.; SILVEIRA, S. **A rizipiscicultura**: princípios, resultados e perspectivas para Santa Catarina. [S.l.: s.n.], 1998. 12 p.

BRITO, F. A. de; ALTMANN, R. **A agricultura recente e futura**. 16 dez. 1999. Disponível em: <<http://www.icepa.com.br/principal.html>> Acesso em: 16 dez. 2001. Informe Conjuntural / Artigos Destacados.

CARNEY, J. A. **Black rice**: the african origins of rice cultivation in the Americas. Cambridge: Harvard University Press, 2001. p. 31-46.

CASTRO, E. M. de et al. Melhoramento do arroz. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 95-108, 113, 117, 119.

CATÁLOGO RURAL. **Marreco de Pequim**. Disponível em: <http://www.agrov2.com/agrov/animais/ave/marreco_pequim.htm> Acesso em: 27 maio 2002.

CHANG, T. T. Rice – *Oryza sativa* and *Oryza glaberrima* (Gramineae – Oryzeae). In: SMARTT, J.; SIMMONDS, H. W. (Edits) **Evolution of crop plants**. 2. ed. UK: Longman Scientific & Technical, 1995. p. 147-155.

CHUNG-CHU, L. **Rice–Azolla–Fish Cropping System**. 1995. Disponível em: <<http://www.idrc.ca/books/focus/776/liuchung.html>> Acesso em: 22 ago. 2001.

CODEVASF. **Guia prático da criação de peixes**. Brasília: Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, [198?]. 28 p.

COTRIM, D. S. et al. Rizipiscicultura: um sistema agroecológico de produção. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 1, n. 4, p. 14-18, out./dez. 2000.

CZARNOWSKI, M. Important measure units and symbols used in plant physiology. **Acta Physiologiae Plantarum**. v. 18, n. 2, p. 180, 1996.

DAROLT, M. R. **A sustentabilidade do sistema de agricultura orgânica**: um estudo da região metropolitana de Curitiba. 2000(a). Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/trabdarolt2.htm>> Acesso em: 10 ago. 2001.

_____. **O papel do consumidor no mercado de produtos orgânicos**. 2001. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/trabdarolt1.htm>> Acesso em: 10 ago. 2001.

_____. **Por que os alimentos orgânicos são mais caros?** 2000(b). Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/trabdarmais.htm>> Acesso em: 10 ago. 2001.

DASHU, N.; JIANGUO, W. **Different Methods of Rice–Fish Farming**. 1995. Disponível em: <<http://www.idrc.ca/books/focus/776/niedashu.html>> Acesso em: 22 ago. 2001.

DEFU, C.; HANQUING, Y.; MAOXING, S. **Rice–Azolla–Fish in Ricefields**. 1995. Disponível em: <<http://www.idrc.ca/books/focus/776/cdyhand.html>> Acesso em: 22 ago. 2001.

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

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

ELLIS, E. C.; WANG, S. M. Sustainable Traditional Agriculture in the Tai Lake Region of China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 61, p. 177-193, 1997. Disponível em: <<http://www.agroecology.org/people/erle/publications>> Acesso em: 01 ago. 2000.

EMPASC. **EMPASC 104**: nova cultivar de arroz irrigado. Florianópolis, 1985. (Documentos, n. 52).

_____. **EMPASC 105**: nova cultivar de arroz irrigado. Florianópolis, 1987. (Documentos, n. 87).

EPAGRI. **Avaliação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 2001/2002**. Florianópolis, 2001. p. 23-27. (Boletim Técnico, n. 117)

_____. **Contribuição das variedades de arroz irrigado em Santa Catarina**. Florianópolis, 1998(a). (Documentos, n. 197).

_____. **Criar marrecos em arrozeiras na entressafra**: um bom negócio. Florianópolis: EPAGRI, 1992(a). 17 p. (Boletim Didático, n. 1)

_____. **EPAGRI 106**. Florianópolis, 1992(b). (Documentos, n. 138).

_____. **EPAGRI 108 (SC-140)**: cultivar de arroz irrigado. Florianópolis, 1996(a). (Documentos, n. 164). Segunda tiragem.

_____. **Programa estadual de geração e difusão de tecnologia de arroz irrigado**: relatório anual 1994/95. Florianópolis: EPAGRI, 1996(b). p. 1.

_____. **Sistema de produção de arroz irrigado em Santa Catarina: pré-germinado**. Florianópolis: GMC/EPAGRI, 1998(b). p. 13-16. (Sistemas de Produção, n. 32).

EPAGRI et al. **Rizipiscicultura**: produção de peixes em lavouras de arroz. [Florianópolis], 1998. Folheto.

EPAGRI; SINDARROZ-SC. **EPAGRI 109 (SC-141)**: cultivar de arroz irrigado. Itajaí, [1996?].

FERNANDES, V. S. **Manejo da água com lâmina permanente no arroz irrigado**. Comunicação pessoal. Florianópolis, 02 jul. 2001.

FERREIRA, C. **Estatísticas da produção de arroz orgânico no Alto Vale do Itajaí.xls**. Alimentos Nardelli Ltda. Rio do Oeste, maio 2002. Arquivo (20 kB). Microsoft Excel 97.

FIORE, M. de F. **Fixação biológica de N₂ em arroz**. Apostila do I Curso de Produção de Arroz – EMBRAPA/CNPAF. Goiânia/GO, 09 a 27 jan. 1984. 40 p.

FIORE, M. de F.; SAITO, S. M. T. **Azolla e sua aplicação na agricultura**. Piracicaba: Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), 1985. 13 p. (Informativo Técnico, n. 1)

FISCHER, G. R. **Menos veneno no prato**: alternativas aos agrotóxicos. Florianópolis: Paralelo 27, 1992. p. 140-141.

FLEBES, N. Á. **La diversidad biológica y cultural, raíz de la vida rural**. set. 2000. Disponível em: <<http://www.biodiversidadla.org/documentos/documentos105>> Acesso em: 15 mar. 2002.

FREIRE, M. S.; MORALES, E. A. V.; BATISTA, M. de F. Diversidade genética. In: VIEIRA, N. R. de A.; BAËTA DOS SANTOS, A.; SANT'ANA, E. P. (Editores). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 559-563.

FUKUOKA, M. **Agricultura natural: teoria e prática da filosofia verde**. São Paulo: Nobel, 1995. p. 143-156. Tradução do inglês por Hiroshi Seó e Ivna W. Maia. Original em japonês.

GALLO, D. et al. **Manual de entomologia agrícola**. 2. ed., São Paulo: Ceres, 1988. p. 345.

GEORGE, S. **O mercado da fome**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978. p. 11-19, 105-126, 283-305.

GIORDANO, S. R.; SPERS, E. E. **Sistema agroindustrial do arroz.doc**. IPEA. São Paulo, jul. 1998. Arquivo (419 kB). Microsoft Word 97.

GONZÁLEZ F., J. Origen, taxonomia y anatomia de la planta de arroz. In: TASCÓN J., E.; GARCÍA D., E. **Arroz: Investigación y Producción**. Cali: CIAT/PNUD, 1985. p. 47-53.

GREENPEACE; PÃO PARA O MUNDO. **Receitas contra a fome: histórias de sucesso para o futuro da agricultura**. set. 2001. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org.br>> Acesso em: 05 dez. 2001.

HALWART, M. Trends in rice-fish farming. **The FAO Aquaculture Newsletter**, n. 18, p. 3-11, Apr. 1998.

HONGXI, W. Introduction. In: MACKAY, K. T. (Ed.). **Rice–Fish Culture in China**. Ottawa, Canada: International Development Research Centre, 1995. Disponível em: <<http://www.idrc.ca/books/focus/776/intro.html>> Acesso em: 22 ago. 2001.

ICEPA/SC. **Perspectivas para a agricultura familiar: horizonte 2010**. Florianópolis: Instituto Cepa/SC, 2002(a). p. 19, 68-69.

_____. **Valor bruto da produção dos principais produtos da agropecuária catarinense 1994-2000**. Disponível em: <http://www.icepa.com.br/agroindicadores/Valor_prod.htm> Acesso em: 31 mar. 2002(b).

IFOAM. **Annual Report 2000**. Tholey-Theley/Germany. 25 Oct. 2001. Disponível em: <http://www.ifoam.org/annualreport/annual_report2000_2> Acesso em: 15 jan. 2002.

IFOAM. **Normas básicas para a produção e processamento de alimentos orgânicos**. nov. 1998. Disponível em: <http://www.epagri.rct-sc.br/agroecologia/Normas_IFOAM.pdf> Acesso em: 20 fev. 2002.

INÁCIO, C. de T. **Certificação de qualidade ambiental em processos de produção de arroz**. Florianópolis, 1999. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. p. 1-7

_____. **Produtores certificados pela Associação Orgânica.xls**. Associação Orgânica. Florianópolis, abr. 2002. Arquivo (30 kB). Microsoft Excel 97.

IRGA. **Novidades:** rizipiscicultura. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/main_novidades.htm> Acesso em: 18 maio 2002.

IRRI. **Pedigree designation, origin, method of germplasm generation, and parentage of INGER entries named as varieties in different countries.** Disponível em: <<http://irriwww.irrihome/ingerforeword.html>> Acesso em: 19 abr. 2000.

JINTONG, Y. **Rice–Fish Culture and its Macrodevelopment in Ecological Agriculture.** 1995. Disponível em: <<http://www.idrc.ca/books/focus/776/yangjin.html>> Acesso em: 22 ago. 2001.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** Piracicaba: Ceres, 1985. p. 457.

LANGHU, W. **Methods of Rice–Fish Culture and their Ecological Efficiency.** 1995. Disponível em: <<http://www.idrc.ca/books/focus/776/wulanghu.html>> Acesso em: 22 ago. 2001.

LE GUILLOU, G.; SCHARPÉ, A. **A agricultura biológica - Guia da regulamentação comunitária.** Comissão Europeia – Direcção-Geral da Agricultura. 2001. Disponível em: <http://europa.eu.int/comm/agriculture/qual/organic/brochure/abio_pt> Acesso em: 03 mar. 2002.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil:** terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1991. p. 294, 372.

LUTZENBERGER, J. A. A verdadeira contestação é ampliar o horizonte. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 5-8, jul./set. 2001.

_____. Crítica política da tecnologia. **Ciência & Ambiente**, v. 4, n. 6, p. 21-35, jan./jun. 1993.

MATSON, P. A. et al. Agricultural Intensification and Ecosystem Properties. **Science**, v. 277, p. 504-509, 25 July 1997.

MILZ, J. **Guía para el Establecimiento de Sistemas Agroforestales.** La Paz: Servicio Aleman de Cooperacion Social-Tecnica (DED), 1997. p. 65-66.

MOREIRA, R. S.; MANDUCA, J. A. Comercialização. In: VIEIRA, N. R. de A.; BAÊTA DOS SANTOS, A.; SANT'ANA, E. P. (Editores). **A cultura do arroz no Brasil.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 622-633.

MUSSOI, E. M. **Agricultura para sustentar o futuro**. jul. 2001. Disponível em: <<http://www.guiafloripa.com.br/energia/entrevistas/eros.php>> Acesso em: 10 mar. 2002. Entrevista concedida ao Caderno Digit@l de Informação sobre Energia, Ambiente e Desenvolvimento.

NAVARRO, M. G. de M. Agroecologia: bases teóricas para uma história agrária alternativa. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento**, ano 2, n. 2, p. 3-17, nov. 1994. (CLADES/AS-PTA)

NOLDIN, J. A.; RAMOS, M. G. **Períodos de cultivo da *Azolla* na cultura do arroz irrigado**. Itajaí: EPAGRI. abr. 1984. 7 p. (Pesquisa em Andamento, n. 20)

NONES, D. **Marrecos de Pequim no controle do percevejo-do-colmo**. Rio do Oeste: Alimentos Nardelli Ltda., 2001. 18 p.

OLTRAMARI, A. C. **Expansão da agricultura orgânica no cenário mundial**. 08 nov. 2001. Disponível em: <<http://www.icepa.com.br/Infconj/textos01/IEditor/IEditor0811.htm>> Acesso em: 10 nov. 2001.

PASCHOAL, A. D. **Produção orgânica de alimentos: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI**. Piracicaba, 1994. p. 16-37.

PEDROSO, B. A. **Arroz irrigado: obtenção e manejo de cultivares**. 3. ed. atual. Porto Alegre: Sagra, 1989. p. 8-10, 34-43, 69-117, 164-166.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1987. p. 7-9. (Boletim Técnico, n. 114)

PINHEIRO, J. L. P.; SEIXAS, Z. P. O. **Manual do rizipiscicultor**. Brasília: Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), 1984. 47 p.

POSSAMAI RIBEIRO, E. M. **Rizipiscicultura: lucro para o agricultor, ganho para o meio ambiente**. Florianópolis, 2001. 201 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. p. 1-53, 97-105, 150-155, 175-177.

PUNDEK, M. et al. **Curso de identificação, uso e manejo dos solos da região do Alto Vale do Itajaí**. [S.l.]: Epagri, 2001. 128 p. (Apostila)

RAMOS, M. G. (Coord.). **Manual de produção do arroz irrigado**. Florianópolis: EMPASC/ACARESC, 1981. 225 p. (Sistemas de Produção. Boletim 270).

RANGEL, P. H. N.; GUIMARÃES, E. P.; NEVES, P. C. F. Base genética das cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 5, p. 349-357, maio 1996.

RANGUETTI, J. A. **Rizicultura**: história e importância econômica para o desenvolvimento do município de Massaranduba. Itajaí, 1992. f. 32-40. Monografia (Especialização em Geografia Humana) – Centro de Pós-Graduação, Universidade do Vale do Itajaí.

REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. **Agricultura para o futuro**: uma introdução à agricultura sustentável e de baixo uso de insumos externos. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1994. p. 52, 72-78, 103-109.

ROGER, P. A.; ZIMMERMAN, W. J.; LUMPKIN, T. A. Microbiological Management of Wetland Rice Fields. In: METTING JR., F. B. (Ed.). **Soil Microbial Ecology**: Applications in Agricultural and Environmental Management. New York: Marcel Dekker, 1993. p. 417-428.

RUSCHEL, A. P. **A Azolla e a cultura arrozeira**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1990. p. 15. (Circular Técnica, n. 25)

RUSSO, R. Sistemas agroflorestais. In: SCHÄFFER, W. B.; PROCHNOW, M. (Org.). **A Mata Atlântica e você**: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira. Brasília: Apremavi, 2002. p. 75-77.

SANINT, L. R. Evolución tecnológica, perspectivas futuras y situación mundial del arroz. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Estação Experimental de Itajaí/EPAGRI S.A., 1997. p. 7, 29-30.

SANINT, L. R.; GUTIÉRREZ, N. F. Agricultura siglo XX y Arroz siglo XXI: una mirada desde América Latina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2., 2001, e REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Instituto Rio Grandense do Arroz, 2001. p. 854-861.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água**: projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas. 2. ed. Florianópolis: EPAGRI, 1994. p. 32, 44, 48-49.

SATO, G.; CASTAGNOLLI, N. Produção de peixes juvenis na rizipiscicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2., 2001, e REUNIÃO DA

CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Instituto Rio Grandense do Arroz, 2001. p. 175-177.

SATO, G.; ISHIY, T. Influência da rizipiscicultura na produtividade do arroz e controle biológico da bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2., 2001, e REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Instituto Rio Grandense do Arroz, 2001. p. 408-410.

SEHNEM, A. Salviniáceas. **Flora ilustrada catarinense**, Itajaí, n. 31, p. 7-10, 20 dez. 1979.

SEVAGRI. **Manual de orientação para criação e engorda**. Disponível em: <http://www.patoseloverde.com.br/como_criar_o_seu_patinho.htm> Acesso em: 27 maio 2002(a).

_____. **Um pouco de história**. Disponível em: <<http://www.patoseloverde.com.br/historia.htm>> Acesso em: 27 maio 2002(b).

SCHUMACHER, E. F. Tecnologia com fisionomia humana. In: _____. **O negócio é ser pequeno: um estudo de economia que leva em conta as pessoas**. 4. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1983. p. 130-141.

SCOFIELD, A. M. Organic Farming: The Origin of the Name. **Biological Agriculture and Horticulture**, Great Britain, v. 4, p. 1-5, 1986.

SHI, D.-J.; HALL; D. O. The *Azolla-Anabaena* Association: Historical Perspective, Symbiosis and Energy Metabolism. **The Botanical Review**, New York, v. 54, n. 4, p. 353-386, Oct./Dec. 1988.

SHIVA, V. **A semente e a roca de fiar**: desenvolvimento de tecnologia e conservação da biodiversidade. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. 17 p. (Textos para Debate, n. 47).

_____. **World In A Grain of Rice**. The Ecologist. 22 Nov. 2000. Disponível em: <http://www.theecologist.org/archive_article.html/article=167&category=72> Acesso em: 03 mar. 2002.

SILVA, C. A. F. **Agroindicadores catarinenses – arroz.xls**. ICEPA/SC. Florianópolis, jul. 2001(a). Arquivo (124 kB). Microsoft Excel 97.

_____. **Estatísticas do arroz.xls**. ICEPA/SC. Florianópolis, 20 ago. 2001(b). Arquivo (345 kB). Microsoft Excel 97.

SINDARROZ. **A história do arroz**. Disponível em: <<http://www.sindarroz-sc.com.br>> Acesso em: 19 jun. 2000.

SOUZA, A. P. de O.; ALCÂNTARA, R. L. C. **Produtos orgânicos: um estudo exploratório sobre as possibilidades do Brasil no mercado internacional**. 2000. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/trabAnaPaula.htm>> Acesso em: 10 ago. 2001.

SOUZA FILHO, J. **O VBP da aquíicultura catarinense**. 14 set. 2001. Disponível em: <<http://www.icepa.com.br/Infconj/textos01/IAquicul/IAqui1409.htm>> Acesso em: 21 set. 2001. Informe Conjuntural.

SYLVANDER, B. **Organic Agriculture and Consumer Trends in France and Europe**. 07 Dec. 1999. Disponível em: <<http://www.agrenv.mcgill.ca/AGRECON/France/info/day2.htm>> Acesso em: 11 ago. 2002.

TALLEY, S. N.; RAINS, D. W. *Azolla filiculoides* Lam. as a Fallow-Season Green Manure for Rice in a Temperate Climate. **Agronomy Journal**, v. 72, n. 1, p. 11-18, Jan./Feb. 1980.

THE ECONOMIST. Os danos provocados à natureza pela agricultura. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, 31 mar. / 02 abr. 2000. Agribusiness, p. B-19.

THOMÉ, V. M. R. et al. **Zoneamento agrícola para a cultura do arroz irrigado em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1997. p. 11-16. (Documentos, n. 189).

UBERTI, A. A. A. **Cambissolos e gleissolos**. Comunicação pessoal. Florianópolis, 30 jul. 2002.

VAVILOV, N. I. **Centros de origem das plantas cultivadas**. Tradução e compilação de: Alfredo Lam-Sánchez. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1993. 45 p. Versão inglesa. Original russo.

VIVAN, J. L. **Agricultura e florestas: princípios de uma interação vital**. Guaíba: Agropecuária, 1998. p. 14-27.

WAGNER, G. M. *Azolla*: A Review of Its Biology and Utilization. **The Botanical Review**, New York, v. 63, n. 1, p. 1-26, Jan./Mar. 1997.

WATANABE, I. **ABC of Azolla**. Revised on 01 July 2001. Disponível em: <<http://www.asahi-net.or.jp/~it6i-wtnb/Azolla~E.html>> Acesso em: 18 dez. 2001.

WINKELMANN, D. L. La revolucion verde: sus origenes, repercusiones, criticas y evolucion. In: CUBERO, J.I.; MORENO, M. T. **La agricultura del siglo XXI**. Madri: Mundi-Prensa, 1993. p. 35-45.

XIEPING, L.; HUAIXUN, W.; YONGTAI, Z. **Economic and Ecological Benefits of Rice–Fish Culture**. 1995. Disponível em: <<http://www.idrc.ca/books/focus/776/lixiepin.html>> Acesso em: 22 ago. 2001.

YAN, Y. S. et al. **Ability of Fish to Control Rice Diseases, Pests, and Weeds**. 1995. Disponível em: <<http://www.idrc.ca/books/focus/776/yushuiya.html>> Acesso em: 22 ago. 2001.

YINHE, P. **Ecological Effects of Rice–Fish Culture**. 1995. Disponível em: <<http://www.idrc.ca/books/focus/776/pinyinhe.html>> Acesso em: 22 ago. 2001.

ZANINI NETO, J. A. **Morfologia e fisiologia da planta de arroz.doc**. EPAGRI. Florianópolis, 11 abr. 1997. Arquivo (359 kB). Microsoft Word 97.

ZIMMERMAN, W. J. Microalgal Biotechnology and Applications in Agriculture. In: METTING JR., F. B. (Ed.). **Soil Microbial Ecology**: Applications in Agricultural and Environmental Management. New York: Marcel Dekker, 1993. p. 457-462.

ANEXOS

ANEXO 1 - PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO E PROCESSAMENTO ORGÂNICOS DA
INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE
MOVEMENTS (IFOAM) - 1998

A produção e processamento orgânicos baseiam-se em uma série de princípios e idéias. Todos são igualmente importantes e não estão listados necessariamente por ordem de importância.

- Produzir alimentos de boa qualidade em quantidade suficiente;
- Interagir de forma construtiva e sadia com sistemas e ciclos naturais;
- Considerar o impacto social e ecológico mais amplo do sistema de produção e processamento orgânicos;
- Encorajar e melhorar os ciclos biológicos dentro do sistema de produção, envolvendo micro-organismos, flora e fauna do solo, plantas e animais;
- Desenvolver um ecossistema aquático valioso e sustentável;
- Manter e aumentar a fertilidade dos solos a longo prazo;
- Manter a diversidade genética do sistema de produção e suas redondezas, incluindo proteção das plantas e *habitat* selvagens;
- Promover o uso sadio e cuidados apropriados com a água, recursos hídricos e com os seres vivos que lá habitam;
- Usar, sempre que possível, recursos renováveis em sistemas de produção localmente organizados;
- Criar um equilíbrio harmônico entre agricultura e pecuária;
- Propiciar condições adequadas para a sobrevivência dos animais de criação considerando os aspectos básicos de seu comportamento inato;
- Minimizar todas as formas de poluição;
- Processar produtos orgânicos usando recursos renováveis;
- Produzir produtos orgânicos totalmente biodegradáveis;
- Produzir produtos têxteis duráveis e de boa qualidade;
- Propiciar a todos os envolvidos na produção e processamento de alimentos orgânicos - qualidade de vida de acordo com suas necessidades básicas, remuneração justa, satisfação no trabalho e meio ambiente sadio;
- Evoluir em direção a uma cadeia completa - produção, processamento e distribuição - que seja socialmente justa e ecologicamente comprometida.

ANEXO 2 - DADOS TABULADOS DO EXPERIMENTO CONTROLADO SOB COBERTURA PLÁSTICA – 2001

Data	Dia	Bloco	Solução	RFA (µmol.m-2.s-1)	T sol (°C)	pH sol	CE sol (mS.cm-1)	Cobertura (cm2)	[P sol] (mg.l-1)	FS (g.bandeja-1)	FS% (%)	DFF (g.m-2)	DFS (g.m-2)	TCRFF (g.g-1.dia-1)	TCRFS (g.g-1.dia-1)	N (%)	N (mg.kg-1)	P (%)	P (mg.kg-1)	K (%)	K (mg.kg-1)	MO	C/N
05/05/01	0	1	1	218	22,2	5,64	0,45	94,00	0,000	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	1	2	244	22,0	5,54	0,43	94,00	2,065	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	1	3	215	22,1	5,47	0,44	94,00	4,130	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	1	4	244	22,4	5,52	0,46	94,00	6,195	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	1	5	215	22,1	5,46	0,42	94,00	8,260	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	1	6	218	22,0	5,47	0,43	94,00	10,326	0,31	7,24	50,25	3,61										
14/05/01	9	1	1	240	25,9	4,49	0,41	211,50															
14/05/01	9	1	2	257	26,9	4,75	0,39	293,75															
14/05/01	9	1	3	231	25,6	4,84	0,41	352,50															
14/05/01	9	1	4	257	26,7	5,40	0,45	317,25															
14/05/01	9	1	5	231	26,5	5,81	0,34	293,75															
14/05/01	9	1	6	240	25,1	4,31	0,38	329,00															
21/05/01	16	1	1	237	22,4	2,66	0,45	470,00															
21/05/01	16	1	2	233	22,2	2,58	0,28	658,00															
21/05/01	16	1	3	222	22,4	2,95	0,28	728,50															
21/05/01	16	1	4	233	22,4	3,04	0,30	740,25															
21/05/01	16	1	5	222	22,4	3,18	0,24	728,50															
21/05/01	16	1	6	237	22,4	2,63	0,28	775,50															
25/05/01	20	1	1	216	20,1	4,10	0,45	493,50		2,97	4,77	725,85	34,63	0,1335	0,1127	2,52	25200	0,109	1093	2,24	22410	80,2	17,7
25/05/01	20	1	2	297	20,0	4,10	0,28	728,50		5,83	4,18	1624,13	67,97	0,1738	0,1464								
25/05/01	20	1	3	236	20,2	4,30	0,27	782,55		5,80	4,39	1540,78	67,62	0,1710	0,1460								
25/05/01	20	1	4	297	20,0	4,50	0,26	794,30		6,39	4,59	1624,13	74,50	0,1738	0,1510	4,41	44100	0,463	4632	2,49	24900	82,6	10,4
25/05/01	20	1	5	236	20,1	4,50	0,21	817,80		6,00	4,58	1527,48	69,95	0,1707	0,1478								
25/05/01	20	1	6	216	19,9	4,30	0,24	810,75		5,54	5,08	1271,12	64,59	0,1615	0,1439	4,66	46600	0,734	7342	2,49	24900	82,2	9,8

Legenda:

RFA = radiação fotossinteticamente ativa (µmol.m-2.s-1)

T sol = Temperatura da solução (°C)

pH sol = pH da solução

CE sol = condutividade elétrica da solução (mS.cm-1)

Cobertura = superfície da solução coberta pela *Azolla*(cm2)

[P sol] = concentração de fósforo na solução nutritiva (mg.l-1)

FS = fitomassa seca de *Azolla* (g.bandeja-1)

FS% = fitomassa seca (%)

DFF = densidade da fitomassa fresca (g.m-2)

DFS = densidade da fitomassa seca (g.m-2)

TCRFF = taxa de crescimento relativo da fitomassa fresca (g.g-1.dia-1)

TCRFS = taxa de crescimento relativo da fitomassa seca (g.g-1.dia-1)

N = nitrogênio na fitomassa seca

P = fósforo na fitomassa seca

K = potássio na fitomassa seca

MO = matéria orgânica na fitomassa seca

C/N = relação carbono/nitrogênio da fitomassa

ANEXO 2 - DADOS TABULADOS DO EXPERIMENTO CONTROLADO SOB COBERTURA PLÁSTICA – 2001 (Continua)

Data	Dia	Bloco	Soluçã o	RFA (µmol .m-2.s-1)	T sol (°C)	pH sol	CE sol (mS.cm-1)	Cobertura (cm2)	[P sol] (mg.l-1)	FS (g.bandeja-1)	FS% (%)	DFF (g.m-2)	DFS (g.m-2)	TCRFF (g.g-1.dia-1)	TCRFS (g.g-1.dia-1)	N (%)	N (mg.kg-1)	P (%)	P (mg.kg-1)	K (%)	K (mg.kg-1)	MO	C/N
05/05/01	0	2	1	208	22,1	5,67	0,46	94,00	0,000	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	2	2	214	21,9	5,62	0,43	94,00	2,065	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	2	3	208	22,1	5,59	0,45	94,00	4,130	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	2	4	210	22,0	5,39	0,46	94,00	6,195	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	2	5	210	22,0	5,58	0,43	94,00	8,260	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	2	6	214	21,9	5,55	0,43	94,00	10,326	0,31	7,24	50,25	3,61										
14/05/01	9	2	1	228	27,6	4,25	0,45	305,50															
14/05/01	9	2	2	221	25,5	4,13	0,36	329,00															
14/05/01	9	2	3	228	26,6	4,18	0,43	282,00															
14/05/01	9	2	4	215	26,7	4,12	0,44	305,50															
14/05/01	9	2	5	215	26,7	4,41	0,42	305,50															
14/05/01	9	2	6	221	24,5	4,61	0,36	282,00															
21/05/01	16	2	1	189	22,6	2,49	0,45	552,25															
21/05/01	16	2	2	194	22,5	2,30	0,34	634,50															
21/05/01	16	2	3	189	22,5	2,41	0,33	775,50															
21/05/01	16	2	4	182	22,6	2,41	0,32	752,00															
21/05/01	16	2	5	182	22,6	2,86	0,28	728,50															
21/05/01	16	2	6	194	22,4	2,77	0,27	752,00															
25/05/01	20	2	1	174	21,0	4,00	0,46	493,50		3,77	4,01	1094,84	43,95	0,1541	0,1246	2,52	25200	0,109	1093	2,24	22410	80,2	17,7
25/05/01	20	2	2	208	20,1	3,90	0,35	752,00		5,04	4,58	1282,31	58,76	0,1620	0,1391								
25/05/01	20	2	3	174	20,8	4,00	0,29	799,00		5,68	4,05	1635,44	66,22	0,1740	0,1450								
25/05/01	20	2	4	226	20,5	4,10	0,31	799,00		6,10	4,14	1717,75	71,12	0,1765	0,1486	4,41	44100	0,463	4632	2,49	24900	82,6	10,4
25/05/01	20	2	5	226	20,5	4,30	0,26	834,25		5,52	4,01	1603,85	64,35	0,1732	0,1437								
25/05/01	20	2	6	208	20,0	4,40	0,23	822,50		5,07	3,96	1491,58	59,11	0,1694	0,1393	4,66	46600	0,734	7342	2,49	24900	82,2	9,8

Legenda:

RFA = radiação fotossinteticamente ativa (µmol.m-2.s-1)

T sol = Temperatura da solução (°C)

pH sol = pH da solução

CE sol = condutividade elétrica da solução (mS.cm-1)

Cobertura = superfície da solução coberta pela Azolla(cm2)

[P sol] = concentração de fósforo na solução nutritiva (mg.l-1)

FS = fitomassa seca de Azolla (g.bandeja-1)

FS% = fitomassa seca (%)

DFF = densidade da fitomassa fresca (g.m-2)

DFS = densidade da fitomassa seca (g.m-2)

TCRFF = taxa de crescimento relativo da fitomassa fresca (g.g-1.dia-1)

TCRFS = taxa de crescimento relativo da fitomassa seca (g.g-1.dia-1)

N = nitrogênio na fitomassa seca

P = fósforo na fitomassa seca

K = potássio na fitomassa seca

MO = matéria orgânica na fitomassa seca

C/N = relação carbono/nitrogênio da fitomassa

ANEXO 2 - DADOS TABULADOS DO EXPERIMENTO CONTROLADO SOB COBERTURA PLÁSTICA – 2001 (Continua)

Data	Dia	Bloco	Soluçã o	RFA (μmol .m-2.s-1)	T sol (°C)	pH sol	CE sol (mS.cm-1)	Cobertura (cm2)	[P sol] (mg.l-1)	FS (g.bandeja-1)	FS% (%)	DFF (g.m-2)	DFS (g.m-2)	TCRFF (g.g-1.dia-1)	TCRFS (g.g-1.dia-1)	N (%)	N (mg.kg-1)	P (%)	P (mg.kg-1)	K (%)	K (mg.kg-1)	MO	C/N
05/05/01	0	3	1	158	21,9	5,75	0,46	94,00	0,000	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	3	2	158	22,1	5,74	0,44	94,00	2,065	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	3	3	172	22,2	5,73	0,45	94,00	4,130	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	3	4	172	22,1	5,49	0,46	94,00	6,195	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	3	5	148	22,1	5,56	0,42	94,00	8,260	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	3	6	148	21,9	5,48	0,43	94,00	10,326	0,31	7,24	50,25	3,61										
14/05/01	9	3	1	189	24,9	4,13	0,46	235,00															
14/05/01	9	3	2	189	25,0	4,09	0,39	258,50															
14/05/01	9	3	3	196	25,0	4,18	0,42	258,50															
14/05/01	9	3	4	196	25,0	4,26	0,42	246,75															
14/05/01	9	3	5	199	27,0	4,49	0,36	282,00															
14/05/01	9	3	6	199	23,9	4,30	0,38	270,25															
21/05/01	16	3	1	159	22,6	2,45	0,51	540,50															
21/05/01	16	3	2	159	22,5	2,27	0,38	681,50															
21/05/01	16	3	3	166	22,3	2,29	0,36	716,75															
21/05/01	16	3	4	166	22,4	2,41	0,36	728,50															
21/05/01	16	3	5	166	22,5	2,67	0,29	752,00															
21/05/01	16	3	6	166	22,4	2,45	0,32	775,50															
25/05/01	20	3	1	184	21,0	4,00	0,51	793,50		2,73	4,00	795,57	31,63	0,1382	0,1086	2,52	25200	0,109	1093	2,24	22410	80,2	17,7
25/05/01	20	3	2	184	21,1	3,90	0,36	705,00		4,95	4,91	1175,52	57,71	0,1576	0,1382								
25/05/01	20	3	3	180	21,0	4,00	0,30	763,75		5,03	4,56	1284,64	58,64	0,1622	0,1391								
25/05/01	20	3	4	180	20,4	4,10	0,29	787,25		5,50	4,54	1411,48	64,12	0,1668	0,1435	4,41	44100	0,463	4632	2,49	24900	82,6	10,4
25/05/01	20	3	5	118	20,9	4,30	0,23	799,00		5,40	4,45	1415,45	62,96	0,1669	0,1426								
25/05/01	20	3	6	118	20,9	4,20	0,26	799,00		5,30	4,48	1380,71	61,79	0,1657	0,1416	4,66	46600	0,734	7342	2,49	24900	82,2	9,8

Legenda:

RFA = radiação fotossinteticamente ativa (μmol.m-2.s-1)

T sol = Temperatura da solução (°C)

pH sol = pH da solução

CE sol = condutividade elétrica da solução (mS.cm-1)

Cobertura = superfície da solução coberta pela *Azolla*(cm2)

[P sol] = concentração de fósforo na solução nutritiva (mg.l-1)

FS = fitomassa seca de *Azolla* (g.bandeja-1)

FS% = fitomassa seca (%)

DFF = densidade da fitomassa fresca (g.m-2)

DFS = densidade da fitomassa seca (g.m-2)

TCRFF = taxa de crescimento relativo da fitomassa fresca (g.g-1.dia-1)

TCRFS = taxa de crescimento relativo da fitomassa seca (g.g-1.dia-1)

N = nitrogênio na fitomassa seca

P = fósforo na fitomassa seca

K = potássio na fitomassa seca

MO = matéria orgânica na fitomassa seca

C/N = relação carbono/nitrogênio da fitomassa

ANEXO 2 - DADOS TABULADOS DO EXPERIMENTO CONTROLADO SOB COBERTURA PLÁSTICA – 2001 (Conclusão)

Data	Dia	Bloco	Soluçã o	RFA (µmol .m-2.s-1)	T sol (°C)	pH sol	CE sol (mS.cm-1)	Cobertura (cm2)	[P sol] (mg.l-1)	FS (g.bandeja-1)	FS% (%)	DFF (g.m-2)	DFS (g.m-2)	TCRFF (g.g-1.dia-1)	TCRFS (g.g-1.dia-1)	N (%)	N (mg.kg-1)	P (%)	P (mg.kg-1)	K (%)	K (mg.kg-1)	MO	C/N
05/05/01	0	4	1	105	22,2	5,87	0,46	94,00	0,000	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	4	2	110	22,4	5,82	0,45	94,00	2,065	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	4	3	110	22,4	5,74	0,45	94,00	4,130	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	4	4	105	22,2	5,60	0,47	94,00	6,195	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	4	5	112	22,3	5,60	0,44	94,00	8,260	0,31	7,24	50,25	3,61										
05/05/01	0	4	6	112	22,3	5,62	0,44	94,00	10,326	0,31	7,24	50,25	3,61										
14/05/01	9	4	1	152	25,3	4,29	0,40	194,40															
14/05/01	9	4	2	167	24,7	4,25	0,37	243,00															
14/05/01	9	4	3	167	24,7	5,66	0,36	279,75															
14/05/01	9	4	4	152	25,0	4,24	0,41	255,15															
14/05/01	9	4	5	156	25,4	4,68	0,35	170,10															
14/05/01	9	4	6	156	25,7	4,30	0,38	243,00															
21/05/01	16	4	1	145	22,4	2,59	0,48	413,10															
21/05/01	16	4	2	164	22,5	2,30	0,35	789,75															
21/05/01	16	4	3	164	22,5	3,05	0,25	838,35															
21/05/01	16	4	4	145	22,4	2,46	0,35	814,05															
21/05/01	16	4	5	150	22,4	2,70	0,28	729,00															
21/05/01	16	4	6	150	22,4	2,45	0,32	789,75															
25/05/01	20	4	1	153	20,4	4,10	0,46	473,85		2,18	4,75	535,00	25,42	0,1184	0,0973	2,52	25200	0,109	1093	2,24	22410	80,2	17,7
25/05/01	20	4	2	94	20,9	3,90	0,32	692,55		5,07	4,78	1237,31	59,11	0,1603	0,1395								
25/05/01	20	4	3	94	20,9	4,40	0,23	826,20		6,09	4,08	1740,72	71,00	0,1773	0,1486								
25/05/01	20	4	4	153	20,5	4,10	0,29	826,20		5,72	4,39	1518,39	66,69	0,1705	0,1456	4,41	44100	0,463	4632	2,49	24900	82,6	10,4
25/05/01	20	4	5	147	20,3	4,30	0,23	862,65		5,02	4,19	1396,91	58,53	0,1664	0,1390								
25/05/01	20	4	6	147	20,3	4,10	0,26	862,65		5,39	4,54	1384,09	62,84	0,1659	0,1426	4,66	46600	0,734	7342	2,49	24900	82,2	9,8

Legenda:

RFA = radiação fotossinteticamente ativa (µmol.m-2.s-1)

T sol = Temperatura da solução (°C)

pH sol = pH da solução

CE sol = condutividade elétrica da solução (mS.cm-1)

Cobertura = superfície da solução coberta pela Azolla(cm2)

[P sol] = concentração de fósforo na solução nutritiva (mg.l-1)

FS = fitomassa seca de Azolla (g.bandeja-1)

FS% = fitomassa seca (%)

DFF = densidade da fitomassa fresca (g.m-2)

DFS = densidade da fitomassa seca (g.m-2)

TCRFF = taxa de crescimento relativo da fitomassa fresca (g.g-1.dia-1)

TCRFS = taxa de crescimento relativo da fitomassa seca (g.g-1.dia-1)

N = nitrogênio na fitomassa seca

P = fósforo na fitomassa seca

K = potássio na fitomassa seca

MO = matéria orgânica na fitomassa seca

C/N = relação carbono/nitrogênio da fitomassa