

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – BACHARELADO ÊNFASE AMBIENTAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA
EM QUADRAS DE ARROZ IRRIGADO NA PLANÍCIE COSTEIRA
DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.**

ALINE FACHINI

PORTO ALEGRE, DEZEMBRO DE 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – BACHARELADO ÊNFASE AMBIENTAL

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA
EM QUADRAS DE ARROZ IRRIGADO NA PLANÍCIE COSTEIRA
DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.**

ALINE FACHINI

Trabalho apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel no Curso de Ciências Biológicas – Ênfase Ambiental do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Dr. David da Motta Marques
Co-orientadora: Ms. Vanessa Gazulha

Banca avaliadora: Dr. Albano Schwarzbold
Dra. Catarina da Silva Pedrozo

Porto Alegre, dezembro de 2007.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento ao Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) – Site 7, Sistema Hidrológico do Taim, no qual insere-se o presente trabalho.

Ao Professor David da Motta Marques, pela oportunidade e orientação.

À doutoranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH/UFRGS), Vanessa Gazulha, pela co-orientação e pela descoberta do mundo zooplanctônico.

A todos os colegas do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da UFRGS pelo companheirismo e pela imensa ajuda durante todo o meu período de trabalho no projeto.

À minha família e meu namorado, em especial, por todo o carinho e apoio, sempre.

APRESENTAÇÃO

Este trabalho está redigido sob a forma de artigo científico, segundo as normas da revista *Acta Limnologica Brasiliensia*, e apresenta as seguintes seções: resumo, abstract, introdução, materiais e métodos, resultados, discussão, conclusão e referências bibliográficas. A concisão normalmente apresentada pelos artigos, porém, não foi seguida no presente trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	8
MATERIAIS E MÉTODOS	11
RESULTADOS	15
DISCUSSÃO	24
CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do município de Santa Vitória do Palmar, RS	12
Figura 2: Áreas de cultivo de arroz usadas no estudo, Santa Vitória do Palmar, RS	12
Figura 3: Densidades médias de organismos presentes nas quadras arenosa e argilosa ao longo das campanhas de amostragem	19
Figura 4: Densidades relativas dos grupos zooplanctônicos nas áreas arenosa e argilosa com arroz irrigado	20
Figura 5: Diagrama de ordenação das unidades amostrais de duas quadras de arroz irrigado (safra 2005/6) descritas pela densidade zooplanctônica (Santa Vitória do Palmar, RS)	23

LISTA DE TABELAS

Tabela I: Composição zooplanctônica encontrada ao longo do ciclo de cultivo de duas lavouras de arroz irrigado, safra 2005/6, no município de Santa Vitória do Palmar, RS	17
Tabela II: Classificação dos táxons de duas quadras de arroz irrigado (safra 2005/6) do município de Santa Vitória do Palmar, RS, de acordo com o Índice de Constância (constante, >50%; acessório, entre 50 e 25%; acidental, <25% de presença nas amostras)	18
Tabela III: Comparação entre pontos, campanhas e áreas de amostragem a partir da análise dos resultados da ANOVA das variáveis físicas e químicas da água nas áreas de cultivo de arroz	21
Tabela IV: Características da água (média e desvio-padrão) das lavouras de arroz durante as quatro primeiras campanhas de amostragem	22

Estrutura da comunidade zooplanctônica em quadras de arroz irrigado na planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil.

FACHINI, A.¹, MOTTA MARQUES, D. M. L.¹ & GAZULHA, V.¹

¹ Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 44302. CEP 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. ali.fachini@gmail.com

RESUMO: Estrutura da comunidade zooplanctônica em quadras de arroz irrigado na planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. Este estudo teve como objetivo analisar a estrutura da comunidade zooplanctônica associada ao cultivo do arroz irrigado no município de Santa Vitória do Palmar, planície costeira do RS. Entre os meses de dezembro de 2005 e março de 2006 foram realizadas cinco campanhas de amostragem em duas quadras de cultivo, com amostras de água e zooplâncton coletadas na calha de entrada, no meio e na calha de saída de água de ambas as áreas. Foram identificados 74 táxons de ocorrência circuntropical e cosmopolita, sendo 55 de rotíferos, 17 de cladóceros e 2 de copépodos. Entre os rotíferos, o gênero *Lecane* foi o mais representativo, destacando-se as espécies *Lecane bulla*, *L. papuana* e *L. inermis*. Entre os cladóceros, destacam-se *Moina minuta*, *Macrothrix triserialis* e *Ceriodaphnia cornuta*. Entre os copépodos, *Eucyclops serrulatus* foi o mais abundante. A composição zooplanctônica foi influenciada por diversos fatores bióticos e abióticos durante a evolução destes banhados temporários, sendo o nitrogênio, elemento incrementado sob a forma de fertilizante, o desencadeador de significativas alterações nas relações da comunidade zooplanctônica com os demais componentes da teia trófica. Verificou-se a exportação de organismos, matéria orgânica e nutrientes em direção à Lagoa Mangueira, local de onde a água para irrigação foi retirada e devolvida após passar pelas quadras de cultivo. Estudos mais detalhados sobre a influência da cultura do arroz irrigado sobre o zooplâncton ainda são

necessários para um maior entendimento das relações nas quais esta comunidade está envolvida.

Palavras-chave: zooplâncton, arroz irrigado, Lagoa Mangueira, banhado temporário.

ABSTRACT: Zooplanktonic community structure in irrigated rice fields on the coastal plains of Rio Grande do Sul, Brazil. This study aimed to investigate the zooplanktonic community structure associated to irrigated rice fields located at Santa Vitória do Palmar city, coastal plains of RS state. Between December 2005 and March 2006 five sampling campaigns were made at two rice field areas, where samples of zooplankton and water were taken from enter, middle and exit way of water of both areas. Among the 74 taxa identified, 55 belong to the rotifers, 17 to cladocerans and 2 to copepods. In the group of the rotifers, the genus *Lecane* was the most representative, in special the species *Lecane bulla*, *L. papuana* and *L. inermis*. In the group of cladocerans, *Moina minuta*, *Macrothrix triserialis* and *Ceriodaphnia cornuta* were the most representatives. Among the copepods, *Eucyclops serrulatus* was the most abundant. The zooplanktonic composition was influenced by many biotic and abiotic factors during the evolution of these temporary wetlands, being the nitrogen, placed into the rice field as fertilizer, the responsible for significative changes in the relations between zooplanktonic community and other elements of trofic net. An exportation of organisms, organic matter and nutrients was verified from the rice field to Mangueira Lagoon, local where the water for irrigation was taken from. More detailed researches about the influence of the rice field over zooplankton community are necessary for better comprehension of the relations in what this group is involved.

Key-words: zooplankton, irrigated rice field, Mangueira Lagoon, temporary wetland.

Introdução

Lagos, rios, reservatórios e áreas alagadas são fontes permanentes de água para o abastecimento público, para a agricultura e para a indústria, além de, é claro, sustentarem uma grande diversidade de formas de vida do nosso planeta. Em todo o mundo, porém, os recursos hídricos deterioram-se rapidamente devido às múltiplas atividades humanas que se desenvolveram com grande intensidade nos últimos tempos, alterando visivelmente tanto a quantidade como a qualidade das águas (Tundisi, 1999). Segundo Biswas (1991) *apud* Tundisi (1999), o aumento da população mundial e as altas taxas de urbanização causaram um aumento de mais de 10 vezes no consumo mundial de água durante o último século, passando de 500 km³ no ano de 1900 para quase 5500 km³ no ano 2000. A agricultura, de acordo com esta mesma fonte, foi a atividade que mais aumentou sua demanda por água, correspondendo a mais de 60% do consumo.

De acordo com Branco (1991) *apud* Furtado (2002), os níveis de poluição e contaminação do planeta se concentram basicamente nas águas (95% do total), ficando o solo e a atmosfera com os outros 5%. As atividades agrícolas, além de serem a principal consumidora de recursos hídricos, como visto anteriormente, também têm importante participação na poluição destes recursos, uma vez que a agricultura moderna necessita de uma grande quantidade de insumos químicos (fertilizantes e defensivos), que não sendo totalmente absorvidos pelo agrossistema, voltam ao meio ambiente e geram contaminantes (Branco *et al.* 1996 *apud* Furtado, 2002)

A atividade agrícola que ocupa as maiores extensões de terra no mundo é, sem dúvida, a cultura do arroz (*Oriza sativa* L.). São aproximadamente 150 milhões de hectares plantados, sendo 50% destes de arroz irrigado, cujo cultivo é caracterizado pela inundação do terreno (Fernando, 2005). Além de extensa, a cultura do arroz é uma das mais antigas também. Evidências arqueológicas indicam a prática desta atividade há mais de 7000 anos em regiões

da Ásia (Oka, 1988 *apud* Heckman, 2005).

O sistema de arroz irrigado tem uma limnologia complexa. Apesar de compartilhar características com lagoas rasas e banhados, tem dinâmicas próprias e incomparáveis em função da temporalidade (com alternância das fases seca e inundada) e da interferência das constantes práticas agrícolas (ex.: revolvimento do solo, aplicação de insumos). Os organismos que ali se encontram enfrentam, dessa forma, o desafio de sobreviver em um ambiente instável e temporário, e, mesmo assim, a diversidade de grupos é considerável (Fernando, 2005). Entre os organismos estão algas, bactérias, vertebrados e invertebrados planctônicos e bentônicos, entre outros, formando uma intrincada teia de relações entre si e o meio.

No Rio Grande do Sul, a orizicultura é talvez a principal atividade econômica da região sul do estado, e a maior consumidora de água também. A cultura do arroz irrigado necessita da manutenção de uma lâmina d'água permanente sobre o plantio durante todo o ciclo, que é de aproximadamente 100 dias. Cerca de 1,5 L/s de água são necessários para a produção de 1 kg de arroz com casca, água esta fornecida pelas inúmeras lagoas através de levantes hidráulicos que bombeiam água para os sistemas de canais de distribuição (Motta Marques *et al.*, 2002).

O Sistema Hidrológico do Taim (SHT), localizado na parte sul da planície costeira do Rio Grande do Sul, é uma das regiões mais ameaçadas pela cultura do arroz irrigado. Este sistema, que abrange os municípios de Rio Grande e Santa Vitória do Palmar, faz parte de uma região de áreas alagáveis contínuas, caracterizada por lagoas e banhados de água doce. O Banhado do Taim, ali inserido, desde 1986 está protegido por uma Unidade de Conservação, a Estação Ecológica do Taim. Por ser um ecossistema de grande importância ecológica, o SHT está incluído desde o ano 2000 no Programa Brasileiro de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD), que reúne os ecossistemas brasileiros mais representativos, sendo

financiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Motta Marques *et al.*, 2002).

Na região existem grandes áreas de cultivo de arroz que utilizam água da Lagoa Mangueira para irrigação. Uma vez que a água desta lagoa (que está à montante) alimenta o Banhado, sua retirada em excesso, especialmente no período mais seco (o verão, época do cultivo do arroz), pode colocar em risco este ecossistema. Segundo Motta Marques *et al.* (1997) *apud* Cardoso *et al.* (2007), esta prática alterou e vem alterando a hidrodinâmica natural da região, podendo ocasionar mudanças significativas na composição de suas comunidades biológicas, produtividade e hábitat.

De acordo com Cairns *et al.* (1973) *apud* Utz (1997), uma comunidade sob estresse causado por ação antrópica normalmente sofre redução na diversidade biológica e uma desproporção na densidade das espécies que a compõe, ou seja, tem sua estrutura alterada. A estrutura de uma comunidade é geralmente conhecida como a definição de sua composição específica, distribuição espaço-temporal e interações estabelecidas por suas espécies (seja entre estas e os recursos ou entre os próprios organismos) (Schmid-Araya, 1993 *apud* Pedrozo, 2000).

A estrutura da comunidade planctônica, em qualquer ambiente aquático, é a base para o conhecimento do funcionamento destes ecossistemas, já que este grupo de organismos constitui os níveis tróficos iniciais (Cardoso & Motta Marques, 2006). Segundo Tundisi (1997), *apud* Voltolini (2005), alterações na composição e diversidade da comunidade zooplânctônica estão diretamente relacionadas a fatores de estresse no ambiente. Este grupo de organismos, em função do pequeno tamanho, das altas taxas reprodutivas e do ciclo de vida curto, costuma responder rapidamente às variações ambientais dos sistemas aquáticos, sendo considerado, portanto, um ótimo indicador das condições do corpo hídrico.

Zooplâncton é um termo genérico para grupos animais de diferentes categorias

taxonômicas que têm como características comuns a coluna d'água como hábitat principal e a pouca capacidade de se contrapor às correntes. Na comunidade zooplanctônica de água-doce encontram-se os cladóceros e copépodos (Crustacea), os rotíferos (Gnathifera) e as amebas, ciliados e flagelados (Protozoa), entre outros. É uma comunidade basal na teia trófica de ambientes aquáticos, tendo papel fundamental na transferência de energia e ciclagem de nutrientes nesses ambientes. Por isso, alterações em sua estrutura e dinâmica têm influência direta no ecossistema como um todo (Campos *et al.*, 1996).

Estudos sobre a ecologia de culturas de arroz ainda são muito escassos. A real influência da cultura de arroz irrigado sobre a água e sua biota ainda não está bem esclarecida, e a falta de parâmetros de referência, principalmente que levem em conta os fatores geológicos locais, constitui-se numa das principais dificuldades (Dechamps *et al.*, 2003). Dessa forma, o desconhecimento sobre a qualidade da água e organismos que retornam com ela ao corpo hídrico de origem após passar pela lavoura de arroz e a grande quantidade de água utilizada por esta cultura são temas de constante conflito em um momento em que os recursos hídricos tornam-se cada vez mais escassos e valorizados.

Diante disso, e baseado no potencial indicativo da comunidade zooplanctônica, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar a estrutura desta comunidade ao longo do ciclo de cultivo de arroz irrigado no município de Santa Vitória do Palmar, verificando suas relações com as variáveis físicas e químicas da água, assim como suas relações com outras comunidades biológicas.

Materiais e métodos

O presente estudo foi realizado em duas áreas de cultivo de arroz irrigado (cultivar BR-IRGA 410), localizadas no município de Santa Vitória do Palmar, RS (Fig. 1). Cada uma das áreas apresentava o predomínio de solo arenoso ou argiloso, sendo, por isso, denominadas

Área Arenosa (Lat S 33.288560°; Lon W 53.092518°), com 4 ha, e Área Argilosa (Lat S 33.287297°; Lon W 53.088699°), com 1 ha, respectivamente (Fig. 2).

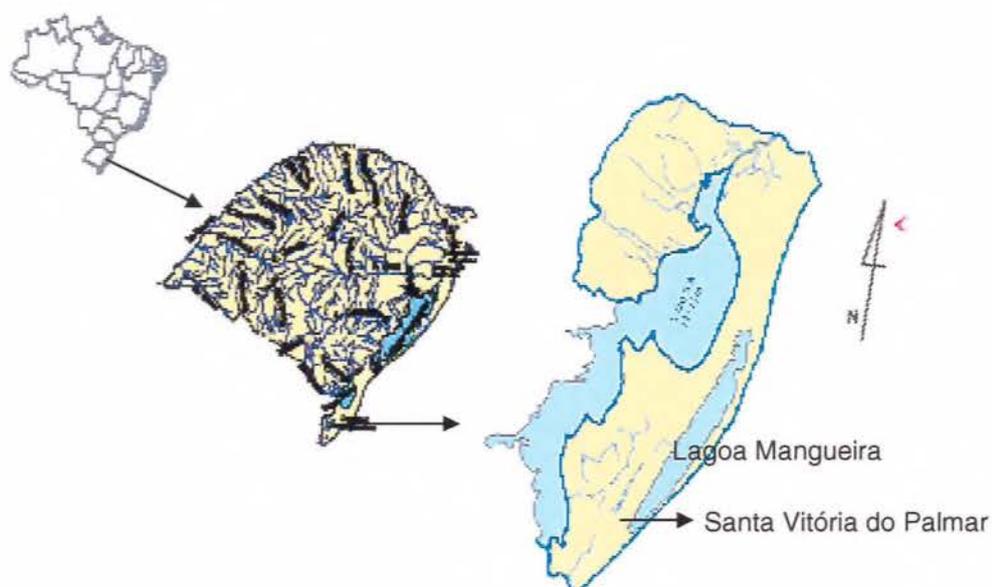


Figura 1: Localização do município de Santa Vitória do Palmar, RS.

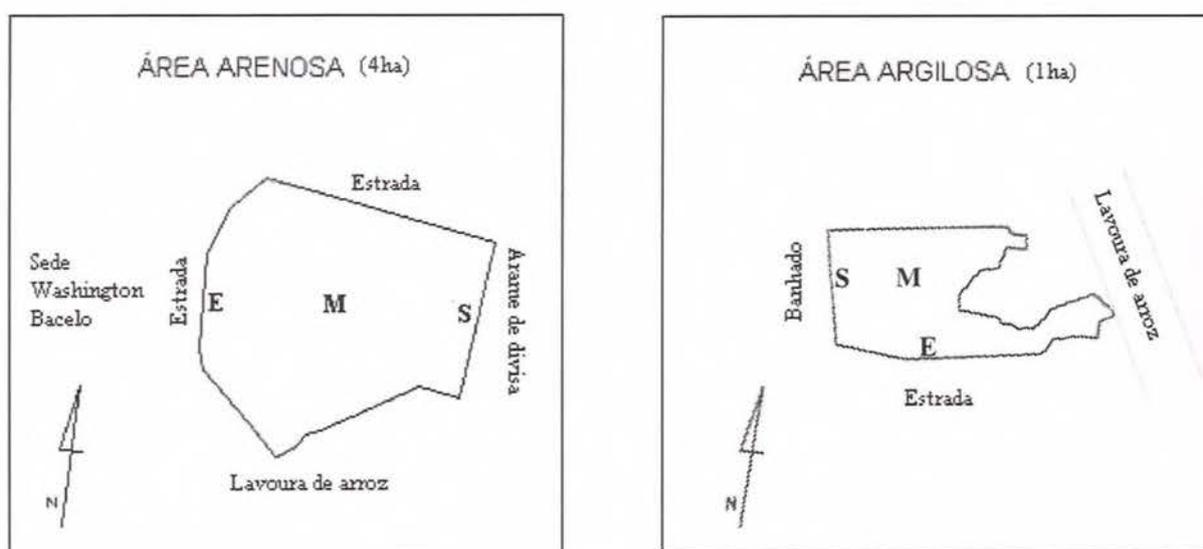


Figura 2: Áreas de cultivo de arroz usadas no estudo, Santa Vitória do Palmar, RS. (E = calha de entrada de água no cultivo; M = meio do cultivo; S = calha de saída de água do cultivo).

A água utilizada para irrigação das lavouras provém da Lagoa Mangueira, que integra o Sistema Hidrológico do Taim, sendo que parte da água utilizada, após seu uso, retorna à lagoa através de um canal de drenagem. As quadras de arroz situam-se a aproximadamente 17 km de distância do ponto de captação da lagoa.

A semeadura do arroz foi realizada em linhas e as lavouras foram irrigadas no dia 08/12/2005. Foram realizadas duas aplicações dos herbicidas glifosato (2 L/ha) e clomazone (0,85 L/ha) antes do enchimento de ambas as quadras. Também foram realizadas duas aplicações de uréia, sendo a primeira em 22/12/2005 e a segunda em 05/01/2007.

A amostragem aconteceu em 5 campanhas e em cada uma das áreas (dias 16/12/05, 13/01/06, 07/02/06, 23/02/06 e 16/03/06) durante o ciclo de cultivo do arroz, safra 2005/2006, entre o período de inundação (primeira semana de dezembro) e o de colheita (última semana de março). A altura da lâmina d'água dentro das quadras permaneceu entre 6 e 10 cm.

Amostragem e análise do zooplâncton

O zooplâncton foi coletado em três pontos amostrais (calha de entrada de água, centro e calha de saída de água de cada quadra de arroz) utilizando-se rede de malha 67 μ m, com a qual foram filtrados 10 L de água. Após, concentrou-se as amostras em frascos de 300 ml e, em seguida, adicionou-se mentol, com o intuito de reduzir a contração corporal de rotíferos não-loricados. A preservação da amostra deu-se com formol 4% neutralizado com bórax.

Em laboratório, alíquotas das amostras foram triadas em câmara de Bogorov sob microscópio estereoscópico até contagem mínima de 200 organismos e eficiência mínima de 80%, de acordo com Pappas & Stoermer (1996). A eficiência é a probabilidade de que um número necessário de indivíduos seja contado e de que a chance de se encontrar uma nova espécie seja mínima. Obteve-se a eficiência através da seguinte fórmula:

$$\text{Eficiência (\%)} = 1 - \frac{(\text{n}^\circ \text{ de espécies})}{(\text{n}^\circ \text{ de indivíduos})} \times 100$$

A identificação dos organismos foi realizada em microscópio óptico e a unidade registrada foi indivíduos por metro cúbico (ind/m³). Rotíferos, cladóceros e copépodos foram, sempre que possível, identificados em nível específico, enquanto que as tecamebas foram identificadas somente como grupo sistemático. Os rotíferos que estavam contraídos foram identificados pelo mástax, mediante adição de hipoclorito de sódio 5% sobre o organismo.

As bibliografias utilizadas para a identificação foram as seguintes: Olivier (1965), Koste (1978), De Smet (1995), Segers (1995) e Nogrady & Segers (2002) para Rotifera, Olivier (1962), Smirnov (1974), Smirnov (1996) e El Moor-Loureiro (1997) para Cladocera, e Rocha & Matsumura-Tundisi (1976), Reddy (1994) e Dussart & Defaye (1995) para Copepoda.

Amostragem e análise da água

As amostras de água foram coletadas nos mesmos pontos de coleta do zooplâncton e somente nas quatro primeiras campanhas. A temperatura e o oxigênio dissolvido foram medidos com o uso de uma sonda multiparâmetros YSI 6000-6920 somente nos canais de entrada e saída de cada quadra. Amostras compostas de água (10 amostras de 1L, homogeneizadas e concentradas em 1L) foram coletadas na entrada, meio e saída de cada quadra para análise de pH, nitrogênio total, nitrato, fósforo total, ortofosfato, sólidos totais, turbidez, carbono orgânico dissolvido e carbono inorgânico dissolvido. Todas as análises foram realizadas pelo Laboratório de Tecnologias Ambientais do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da UFRGS, seguindo Mackereth *et al.* (1989), para carbono orgânico e inorgânico dissolvidos, e APHA (1995), para as outras variáveis.

Processamento dos dados

A estrutura da comunidade zooplanctônica foi avaliada em relação à riqueza, composição específica, constância (Dajoz, 1973), densidade, abundância/dominância (Lobo & Leighton, 1986) e diversidade de Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1949 *apud* Krebs, 1987).

A diversidade foi calculada com auxílio do programa computacional DIVERS. Para revelar padrões espaciais e temporais das variáveis bióticas e abióticas e as possíveis relações entre elas, os dados foram submetidos à análise exploratória multivariada através do método de ordenação. A ordenação das unidades amostrais foi realizada através de Análise de Correspondência Canônica (ACC), com normalização e centralização dos dados utilizando-se o programa PC-ORD versão 4.0. Esta análise proporciona uma ordenação dos dados ao longo de eixos, apontando as variáveis bióticas e abióticas mais importantes para a composição das amostras e a explicabilidade (em %) que essas variáveis têm sobre os resultados. Os pontos, campanhas e áreas de amostragem descritos pela riqueza, densidade e diversidade zooplanctônica e pelas variáveis da água também foram, ainda, comparados probabilisticamente por análise de variância (ANOVA) a fim de verificar a significância dos valores obtidos ($p < 0,05$).

Resultados

Comunidade zooplanctônica

A comunidade zooplanctônica esteve representada por 74 espécies (Tab. I), sendo 55 de rotíferos (74,3%), 17 de cladóceros (23%) e 2 de copépodos (2,7%). As tecamebas não foram identificadas em nível específico, mas fica o registro de espécies como *Arcella vulgaris*, *A. gibbosa*, *Centropyxis aculeata*, *Difflugia gramem*, *D. corona*, *D. urceolata*,

Lesquereusia modesta, *L. spiralis* e *Euglypha filifera*. A quadra arenosa apresentou 65 espécies e a quadra argilosa 62 espécies, não havendo diferença significativa de riqueza entre ambas, entre as campanhas ou entre os pontos de amostragem.

Os rotíferos estiveram representados por 2 ordens e 18 famílias, dentre as quais destacam-se Lecanidae (19 espécies) e Brachionidae (11 espécies), ambas da ordem Monogononta. *Lecane* foi o gênero mais representativo, com 19 espécies, seguida por *Brachionus*, com 8 espécies. A ordem Bdelloidea apresentou somente uma espécie, que não foi identificada.

Em relação aos microcrustáceos, cladóceros apresentaram 7 famílias, com destaque para a família Chydoridae, com 8 espécies, e copépodos apresentaram 2 ordens, Cyclopoida e Calanoida, cada uma com uma espécie.

As espécies foram avaliadas quanto à sua constância nas amostragens, sendo consideradas constantes as espécies que estiveram presentes em mais de 50% das amostras, acessórias as espécies presentes em 25 a 50% das amostras e acidentais as presentes em menos de 25% das amostras. Para ambas as quadras de arroz, cerca de 50% das espécies foram acidentais, 25% foram acessórias e 25% constantes (Tab. II). As espécies de rotíferos foram as mais constantes em ambas as quadras, sendo as únicas constantes na quadra arenosa e a grande maioria das constantes na quadra argilosa, que também apresentou 2 espécies de cladóceros.

Os valores de diversidade zooplanctônica da quadra arenosa flutuaram entre 1,92 e 2,99 bits (média 2,41 bits) enquanto na quadra argilosa flutuaram entre 1,95 e 3,08 bits (média 2,63 bits). A quadra argilosa apresentou diversidade maior ($p=0,035$) em comparação com a arenosa. Os valores de diversidade entre os pontos e entre as campanhas de amostragem não variaram significativamente.

Tabela I: Composição zooplanctônica encontrada ao longo do ciclo de cultivo de duas lavouras de arroz irrigado, safra 2005/6, no município de Santa Vitória do Palmar, RS.

ROTIFERA

Ordem Monogononta

Asplanchnidae

Asplanchna sp.

Brachionidae

Brachionus angularis
Brachionus bidentata
Brachionus calyciflorus
Brachionus caudatus
Brachionus patulus
Brachionus plicatilis
Brachionus quadridentatus
Keratella cochlearis
Keratella lenzi
Keratella tropica
Platyas quadricornis

Colurellidae

Lepadella sp.

Conochilidae

Conochilus sp.

Dicranophoridae

cf. *Encentrum* sp.

Euchlanidae

Dipleuchlanis propatula
Euchlanis dilatata

Ituridae

cf. *Itura aurita*

Lecanidae

Lecane bulla
Lecane cornuta
Lecane curvicornis
Lecane cf. *hornemanni*
Lecane inermis
Lecane leontina
Lecane luna
Lecane lunaris
Lecane ludwigii
Lecane papuana
Lecane quadridentata
Lecane cf. *signifera*
Lecane cf. *sola*
Lecane stenroosi
Lecane cf. *thienemanni*
Lecane sp.1
Lecane sp.2
Lecane sp.3
Lecane sp.4

Lindiidae

cf. *Lindia* sp.

Mytilinidae

Lophocaris oxysternon
Mytilina ventralis

Notommatidae

Cephalodella sp.
 cf. *Monommata* sp.
 cf. *Notommata* sp.

Proalidae

cf. *Proales* sp.

Scariidae

cf. *Scaridium* sp.

Synchaetidae

Ploesoma truncatum
Polyarthra vulgaris
Synchaeta stylata

Testudinellidae

Testudinella patina

Trichocercidae

Trichocerca cf. *bicristata*
Trichocerca sp.1
Trichocerca sp.2

Trichotriidae

Macrochaetus cf. *collinsi*
Trichotria tetractis

Ordem Bdelloidea

Bdelloidea sp.1

CLADOCERA

Bosminidae

Bosmina longirostris
Bosminopsis deitersi

Chydoridae

Subfamilia Chydorinae

Chydorus nitidulus
Chydorus sphaericus
Dunhevedia odontoplax
Ephemeroporus hybridus
 cf. *Pleuroxus* sp.

Subfamilia Aloninae

Aloninae sp.1
Alona cambouei
Alona dentifera

Daphniidae

Ceriodaphna cornuta
Scapholeberis armata
Simocephalus serrulatus

Ilyocryptidae

Ilyocryptus spinifer

Macrothricidae

Macrothrix triserialis

Moinidae

Moina minuta

Sididae

Diaphanosoma spinulosum

COPEPODA

Ordem Cyclopoida

Cyclopidae

Eucyclops serrulatus

Ordem Calanoida

Diaptomidae

Notodiaptomus incompositus

Tabela II: Classificação dos táxons de duas quadras de arroz irrigado (safra 2005/6) do município de Santa Vitória do Palmar, RS, de acordo com o Índice de Constância (constante, >50%; acessório, entre 50 e 25%; acidental, <25% de presença nas amostras).

Táxons	Arenosa	Argilosa	Táxons	Arenosa	Argilosa
<i>Eucyclops serrulatus</i>		▨	<i>Lepadella</i> sp.	■	■
<i>Notodiaptomus incompositus</i>	▨		cf. <i>Lindia</i> sp.		▨
<i>Asplanchna</i> sp.		▨	<i>Lophocaris oxysternon</i>	▨	▨
<i>Brachionus angularis</i>	▨		<i>Macrochaetus</i> cf. <i>collinsi</i>		▨
<i>Brachionus bidentata</i>	▨		cf. <i>Monommata</i> sp.		▨
<i>Brachionus calyciflorus</i>		▨	<i>Mytilina ventralis</i>	▨	▨
<i>Brachionus caudatus</i>	▨		cf. <i>Notommata</i> sp.		■
<i>Brachionus patulus</i>	■		<i>Platyas quadricornis</i>	▨	▨
<i>Brachionus plicatilis</i>	▨	▨	<i>Ploesoma truncatum</i>		▨
<i>Brachionus quadridentata</i>	■		<i>Polyarthra vulgaris</i>	■	■
<i>Cephalodella</i> sp.	■	■	cf. <i>Proales</i> sp.		
<i>Conochilus</i> sp.			cf. <i>Scardium</i> sp.		▨
<i>Dipleuchlanis propatula</i>	▨	▨	<i>Synchaeta stylata</i>		
<i>Euchlanis dilatata</i>	■	■	<i>Testudinella patina</i>		
cf. <i>Encentrum</i> sp.	▨	▨	<i>Trichocerca</i> cf. <i>bicristata</i>	▨	
cf. <i>Itura aurita</i>	■	■	<i>Trichocerca</i> sp.1	■	■
<i>Keratella cochlearis</i>		▨	<i>Trichocerca</i> sp.2	▨	▨
<i>Keratella lenzi</i>	▨	▨	<i>Trichotria tetractis</i>	▨	
<i>Keratella tropica</i>		▨	Bdelloidea	■	■
<i>Lecane bulla</i>	■	■	Aloninae	▨	
<i>Lecane cornuta</i>	■	■	<i>Alona cambouei</i>		
<i>Lecane curvicornis</i>	▨	▨	<i>Alonella dentifera</i>	▨	▨
<i>Lecane</i> cf. <i>homemanni</i>		▨	<i>Bosmina longirostris</i>	▨	▨
<i>Lecane leontina</i>			<i>Bosminopsis deitersi</i>	▨	▨
<i>Lecane luna</i>	■	■	<i>Ceriodaphnia cornuta</i>		▨
<i>Lecane lunaris</i>	▨	▨	<i>Chydorus nitidulus</i>	▨	
<i>Lecane ludwigii</i>	▨		<i>Chydorus sphaericus</i>		■
<i>Lecane papuana</i>	■	■	<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	▨	▨
<i>Lecane</i> cf. <i>signifera</i>	▨	▨	<i>Dunhevedia odontoplax</i>		
<i>Lecane</i> cf. <i>sola</i>			<i>Ephemeroporus hibridus</i>		
<i>Lecane</i> cf. <i>stenroosi</i>	▨	▨	<i>Ilyocryptus spinifer</i>	▨	▨
<i>Lecane quadridentata</i>	▨	▨	<i>Macrothrix trisserialis</i>	▨	■
<i>Lecane</i> cf. <i>thienemanni</i>	▨	▨	<i>Moina minuta</i>	▨	
<i>Lecane inermis</i>	■	■	cf. <i>Pleuroxus</i> sp.		▨
<i>Lecane</i> sp.1			<i>Scapholeberis amata</i>	▨	
<i>Lecane</i> sp.2	▨		<i>Simocephalus serrulatus</i>	▨	
<i>Lecane</i> sp.3	▨		<i>Tecamoeba</i>	■	■
<i>Lecane</i> sp.4		▨			

■ constante

□ acessório

▨ acidental

□ não ocorreu

Quanto à densidade de organismos, a quadra arenosa apresentou valor médio de 29.463 ind/m³ (mínimo de 6.706 e máximo de 110.818 ind/m³) e a quadra argilosa valor médio de 34.921 ind/m³ (mínimo de 3.600 e máximo de 120.955 ind/m³). Comparando as duas quadras, não houve diferença significativa nos valores de densidade. Já na comparação entre pontos e campanhas de amostragem, houve variação significativa ($\rho=0,023$ e $\rho=0,042$, respectivamente). Para ambas as quadras, o ponto de amostragem em meio à lavoura concentrou cerca de 57% da densidade de organismos, ficando o canal de entrada com 14% e o de saída com 29%. Entre as campanhas, observa-se um pico de densidade na campanha 2, seguido por um decréscimo até a Campanha 4, onde um novo aumento (mais pronunciado na área arenosa, principalmente em função das tecamebas), é registrado em direção à Campanha 5 (Fig. 3).

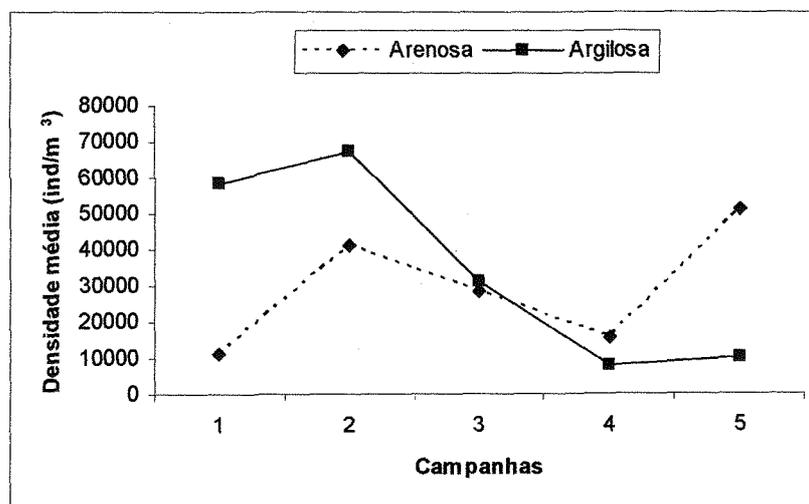


Figura 3: Densidades médias de organismos presentes nas quadras arenosa e argilosa ao longo das campanhas de amostragem.

Para a quadra arenosa, as tecamebas obtiveram a maior densidade relativa (47,8%), seguidas por rotíferos (31,9%), copépodos (19,2%) e cladóceros (1,2%). Já na quadra argilosa, os rotíferos obtiveram a maior densidade relativa (36,7%), seguidos por tecamebas (27,3%),

copépodos (26,6%) e cladóceros (9,3%) (Fig. 4). A densidade de copépodos deu-se principalmente em função de seus estágios juvenis de náuplio e copepodito.

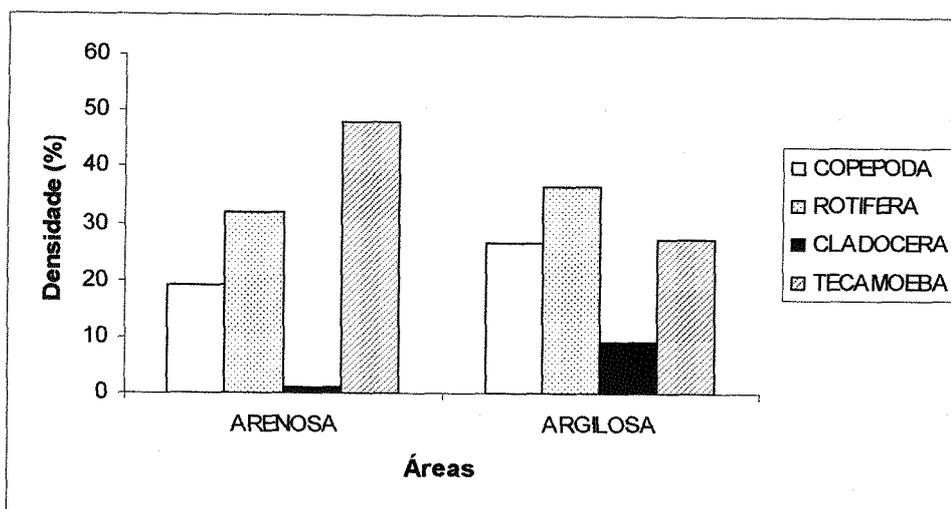


Figura 4: Densidades relativas dos grupos zooplancônicos nas áreas arenosa e argilosa com arroz irrigado.

Para avaliar quais táxons contribuíram mais para os valores de densidade, calculou-se a abundância (densidade total de organismos no táxon supera a densidade média da amostra) e a dominância (densidade total de organismos no táxon supera 50% da densidade total da amostra). Foram dominantes na quadra arenosa *Lecane papuana*, *Lecane inermis*, tecamebas e náuplios. Na área argilosa, *Lecane inermis* e tecamebas foram dominantes. Somente a partir da Campanha 2 os táxons dominantes estiveram presentes. Em relação à abundância, a quadra arenosa apresentou 21 táxons (32% do total) e a quadra argilosa apresentou 26 táxons (41% do total). Em ambas as áreas, os rotíferos representaram aproximadamente 2/3 dos táxons abundantes, sendo *Lecane bulla* o mais abundante. Somente *Lecane bulla*, tecamebas e náuplios estiveram presentes em todas as amostras.

Variáveis de qualidade da água

De acordo com os resultados obtidos, as maiores flutuações dos valores das características limnológicas ocorreram entre campanhas. Somente duas variáveis tiveram variação significativa entre pontos (nitrato e carbono orgânico dissolvido) e nenhum parâmetro teve variação significativa entre as áreas de cultivo (Tab. III).

Tabela III: Comparação entre pontos, campanhas e áreas de amostragem a partir da análise dos resultados da ANOVA das variáveis físicas e químicas da água nas áreas de cultivo de arroz.

Parâmetro	Significância		
	Pontos	Campanhas	Áreas
Temperatura (°C)	Não	Não	Não
pH	Não	Sim ($\rho=0,012$)	Não
Oxigênio dissolvido (mg/L)	Não	Sim ($\rho=0,018$)	Não
Sólidos totais (mg/L)	Não	Sim ($\rho=0,020$)	Não
Turbidez (NTU)	Não	Não	Não
Fósforo total (mg/L)	Não	Sim ($\rho=0,026$)	Não
Ortofosfato (mg/L)	Não	Não	Não
Nitrogênio total (mg/L)	Sim ($\rho=0,023$)	Não	Não
Nitrato (mg/L)	Não	Sim ($\rho=0,032$)	Não
Carbono orgânico dissolvido (mg/L)	Sim ($\rho<0,0001$)	Sim ($\rho<0,0001$)	Não
Carbono inorgânico dissolvido (mg/L)	Não	Não	Não

Ao longo do ciclo de cultivo, o fósforo total, o nitrato, o carbono orgânico dissolvido e os sólidos totais apresentaram valores temporalmente decrescentes, sendo o nitrato o que teve a queda mais brusca de valores, na segunda campanha. Oxigênio e pH não demonstraram esta mesma linearidade. Na comparação entre os pontos de amostragem, o nitrogênio total e o carbono orgânico dissolvido apresentaram valores crescentes da entrada em direção à saída das quadras de arroz.

As médias dos valores obtidos para as variáveis da água durante as quatro primeiras campanhas de amostragem estão representadas na Tab. IV.

Tabela IV: Características da água (média e desvio-padrão) das lavouras de arroz durante as quatro primeiras campanhas de amostragem.

Parâmetro	Campanha 1		Campanha 2		Campanha 3		Campanha 4	
	Arenosa	Argilosa	Arenosa	Argilosa	Arenosa	Argilosa	Arenosa	Argilosa
Temperatura (°C)	22,1	21,2	27,2	26,0	23,8	22,8	26,3	28,4
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,6	5,9	10,6	6,8	9,9	7,7	5,9	5,5
pH	7,8±0,2	7,4±0,4	7,3±0,3	7,2±0,1	6,7±0,4	6,9±0,2	7,6±0,4	7,3±0,4
Sólidos totais (mg/L)	310±102	274±96	238±20	247±12	221±10	211±11	201±61	201±17
Turbidez (NTU)	3,4±0,6	3,6±0,5	4,7±0,6	4,0±1,4	6,8±8,0	2,6±0,7	3,4±0,8	5,4±5,0
Fósforo total (mg/L)	6,5±5,3	3,2±1,9	2,3±1,5	2,8±1,7	1,0±0,3	0,5±0,2	0,1±0,0	0,1±0,0
Ortofosfato (mg/L)	2,82±2,31	1,21±0,88	0,30±0,38	2,25±2,40	0,14±0,03	0,18±0,03	0,03±0,02	0,02±0,01
Nitrogênio total (mg/L)	0,05±0,04	0,05±0,02	0,04±0,02	0,03±0,02	0,03±0,03	0,02±0,02	NQ	NQ
Nitrato (mg/L)	0,10±0,07	0,17±0,21	0,02±0,0	0,4±0,0	0,01±0,0	0,01±0,0	0,05±0,03	0,01±0
COD (mg/L)	15,11±8,6	18,33±10,6	12,52±5,9	10,16±2,7	7,12±1,7	6,33±0,8	8,30±1,7	7,42±1,9
CID (mg/L)	19,66±4,4	24,79±4,5	21,82±2,3	28,32±3,5	25,47±2,5	26,38±1,1	27,74±2,8	29,19±3,2

COD = carbono orgânico dissolvido, CID = carbono inorgânico dissolvido. NQ = Não quantificado; n=3

Variação espaço-temporal da comunidade zooplanctônica

A ordenação obtida com os dados de densidade zooplanctônica nas unidades amostrais do presente trabalho está apresentada sob a forma de diagrama na Fig. 5. Devido à grande quantidade de espécies, somente as mais abundantes em suas amostras foram representadas. O parâmetro nitrogênio total não foi incluído na análise por apresentar resultados de 3 campanhas somente.

CID (carbono inorgânico dissolvido). As espécies *Asplanchna* sp., *Brachionus plicatilis*, *Conochilus* sp., *Keratella tropica* e *Moina minuta* tiveram sua distribuição mais relacionada às variáveis OP, Pt, ST, pH e COD. Já as espécies *Lecane bulla*, *Lecane papuana*, *Alona cambouei*, *Ceriodaphnia cornuta* e *Macrothrix triserialis* estiveram mais relacionadas às variáveis CID e T. *Euchlanis dilatata*, *Cephalodella* sp., *Polyarthra vulgaris* e *Lecane inermis* tiveram sua distribuição especialmente relacionada aos valores de OD.

Discussão

Durante o período de estudo, a comunidade zooplancônica associada às quadras de arroz irrigado foi caracterizada pelo predomínio de espécies de Rotífera. Cladocera foi o segundo grupo mais representativo, enquanto Copepoda esteve representado pelo menor número de espécies. Os táxons identificados nos cultivos são típicos de água doce e de amplo espectro geográfico, predominando os de ocorrência tropical e subtropical, além de alguns considerados cosmopolitas. São também habitantes típicos da zona litorânea de lagos, comumente associados à vegetação e ao substrato. Em função da baixa profundidade da lâmina d'água, os organismos ali presentes tendem a não serem verdadeiramente planctônicos (Fernando, 2005). Heckman (2005) também registra a predominância de espécies circuntropicais e cosmopolitas, especialmente entre os rotíferos, para cultivos de arroz na Ásia.

O grupo dos rotíferos, como demonstrado por diversos trabalhos em ambientes de água doce nas regiões tropicais e subtropicais, costuma apresentar uma maior riqueza de espécies em relação a cladóceros e copépodos (Gazulha, 2004). Entre os rotíferos, as famílias Lecanidae e Brachionidae, que apresentaram o maior número de espécies no presente estudo, também foram registradas como as mais representativas em termos de riqueza por outros autores, nos mais diferentes corpos d'água (Espíndola *et al.*, 1996; Azevedo & Bonecker.

2003; Crispim & Freitas, 2005; Gazulha, 2004; Voltolini, 2005; Almeida *et al.*, 2006). O gênero *Lecane*, que contribuiu com 25,7% da riqueza nas quadras de arroz, é característico da zona litorânea, vivendo próximo ao substrato. Segundo Segers (1995), este táxon alcança sua maior diversidade em lagos rasos dos trópicos e subtropicais, podendo ser encontradas mais de 40 espécies reunidas. *Lecane bulla*, o único táxon presente em todas as amostras, além de náuplios e tecamebas, foi registrado como o de maior abundância relativa por Voltolini (2005) durante o verão em estudo na Bacia Hidrográfica do Rio Maquiné, RS.

Segundo Allan (1976), os rotíferos são organismos bastante oportunistas, favorecidos pelas mudanças ambientais ocorridas em ambientes artificiais e efêmeros, já que possuem altas taxas reprodutivas e alimentação menos especializada. Em função disso, são comumente associados a condições mais eutróficas, o que deve ser feito com cautela, já que este grupo costuma ser naturalmente representativo em ambientes de água doce.

Zonas vegetadas apresentam, em geral, uma maior riqueza de organismos devido à maior quantidade de matéria orgânica e epifíticos que disponibiliza para a alimentação dos organismos, além de oferecer uma maior variedade de habitats e de refúgios contra predadores (Kuczynska-Kippen, 2005). De fato, a riqueza zooplanctônica encontrada nas quadras de arroz pode ser considerada elevada (74 espécies), semelhante à registrada por Gazulha (2004) para a região do Banhado do Taim (77 espécies), área também caracterizada pela abundância de macrófitas aquáticas e pela recepção de água da Lagoa Mangueira. O Banhado do Taim, porém, apresentou uma maior diversidade de organismos pertencentes ao grupo dos cladóceros e copépodos, apesar de os rotíferos ainda serem mais representativos. A provável explicação para isto é a maior diversidade de macrófitas ali presentes, que oferecem habitats ainda mais diversificados, e a menor influência antrópica alterando constantemente o ambiente, que privilegia organismos oportunistas, como os rotíferos. Vale ressaltar, também, que o número de espécies do Banhado do Taim poderia ser ainda maior do que a acima citada,

uma vez que a riqueza foi subestimada em virtude da utilização de rede de coleta de malha superior (90 μ m). Ainda comparando o arrozal ao Banhado do Taim, o primeiro apresentou menor diversidade (2,52 bits) e maior densidade (32.192 ind/m³) médias em relação ao segundo (3,73 bits e 5.957 ind/m³, respectivamente). Estes resultados indicam a menor equitabilidade dos táxons que compõem o zooplâncton do cultivo de arroz, onde houve o predomínio quase absoluto de espécies de um grupo (os rotíferos) em grandes densidades. Quanto à abundância de tecamebas observadas no arrozal e também registrada para o Banhado do Taim, confirma-se a teoria de que o incremento deste grupo em ambientes de água doce está associado à presença de vegetação aquática (Dioni, 1968 *apud* Gazulha, 2004). Já a predominância de formas juvenis de copépoda, de acordo com Neves (2003), é um padrão comum em diferentes corpos de água doce, uma vez que este grupo possui ciclo de vida longo e repleto de estágios larvais, diferentemente de rotíferos e cladóceros, estando, inclusive, mais sujeito à predação até o estágio adulto.

A alternância de seca e alagamento proporcionada pela cultura do arroz irrigado é certamente decisiva na composição da comunidade zooplactônica, favorecendo organismos que possuem estratégias de sobrevivência e reprodução, como a dormência e a formação de ovos de resistência depositados no substrato, que eclodem rapidamente com o restabelecimento das condições ambientais favoráveis. Rotíferos e cladóceros são conhecidos pela produção de ovos de resistência, enquanto que para os copépodos foram registrados fenômenos de dormência não encistada, especialmente nos últimos estágios de copepodito. Dahms (1995) *apud* Utz (1997) cita o dobramento do abdômen, o esvaziamento do intestino e a parada dos movimentos de copépodos do gênero *Eucyclops* quando este se encontra em condições ambientais desfavoráveis. *Eucyclops serrulatus*, que com exceção de apenas uma amostra foi a única espécie de copépoda encontrada nas quadras de arroz, é reconhecido por Datry *et al.* (2003) *apud* Nandini & Sarma (2007) como muito tolerante a condições

ambientais extremas. A característica cosmopolita e a adaptação às condições temporárias da fauna zooplanctônica associada ao cultivo do arroz irrigado é corroborada pela grande semelhança de táxons que apresenta com uma lagoa temporária do nordeste brasileiro (Crispim & Freitas, 2005) e com outras lavouras de arroz da Ásia (Fernando, 2005). A lagoa temporária compartilha com as quadras de arroz 13 de seus 17 gêneros de rotíferos, além de diversas espécies, e todos os seus 8 gêneros de cladóceros, com quase todas as espécies em comum. Já os cultivos de arroz na Ásia compartilham espécies como *Brachionus bidentata*, *B. quadridentatus*, *B. patulus*, *Dipleuchlanis propatula*, *Euchlanis dilatata*, *Itura aurita*, *Keratella cochlearis*, *K. lenzi*, *Lecane bulla*, *L. cornuta*, *L. luna*, *L. leontina*, *L. lunaris*, *L. papuana*, *L. quadridentata*, *L. signifera*, *L. stenroosi*, *Macrochaetus collinsi*, *Mytilina ventralis*, *Platyas quadricornis*, *Polyarthra vulgaris*, *Trichocerca bicristata*, *Trichotria tetractis*, *Testudinella patina* e os gêneros *Asplanchna*, *Cephalodella*, *Lepadella*, *Monommata*, *Proales*, *Scaridium*, além da ordem Bdelloidea entre os rotíferos; *Alona cambouei*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia cornuta*, *Chydorus sphaericus*, *Ilyocryptus spinifer*, *Macrothrix triserialis* e os gêneros *Diaphanosoma*, *Dunhevedia*, *Ephemeroporus*, *Pleuroxus*, *Scapholeberis* e *Simocephalus* entre os cladóceros; e por fim, entre os copépodos, *Eucyclops serrulatus*.

Durante todo o ciclo de cultivo do arroz, verificou-se a prevalência de organismos de pequeno porte, pertencentes ao chamado microzooplâncton (<200 µm), como os rotíferos, náuplios e protistas. Mesmo entre os cladóceros, táxons de menor tamanho como *Macrothrix*, *Chydorus* e *Ceriodaphnia* prevaleceram. É possível que a predação por peixes tenha contribuído para o pouco número de grandes cladóceros e copépodos. Segundo Rodrigues *et al.* (2007a), o gênero *Astyanax* (lambaris) foi o mais abundante nas quadras de arroz do presente estudo, sendo citado também por Güntzel (1995) como tendo grande parte da alimentação baseada em cladóceros e copépodos. Esta mesma autora cita, ainda, a observação

de grande quantidade de larvas de peixe e as baixas densidades de macrozooplâncton no seu estudo em lagoa do litoral do RS. Outro fator que pode justificar a ausência de organismos maiores, especialmente cladóceros, é a composição fitoplanctônica. Como citado por Gazulha (2004) e Pedrozo & Rocha (2005), algas filamentosas e colônias mucilaginosas (encontradas em grande número no arrozal) são muito grandes para filtradores como os cladóceros, obstruindo seu aparato filtrador e prejudicando sua alimentação. Assim, a ocorrência desse tipo de algas, associada à potencial toxicidade das cianobactérias aos microcrustáceos (Güntzel, 1995), também pode ter contribuído à abundância de organismos microzooplanctônicos nas quadras de arroz. Segundo Leonard & Paerl (2005), uma das conseqüências da substituição dos grandes crustáceos pelo microzooplâncton é a diminuição na transferência de carbono e energia para os níveis tróficos superiores, podendo causar uma diminuição da biomassa de peixes. Uma vez que o microzooplâncton se alimenta basicamente de microalgas, bactérias e detritos, acaba havendo uma retenção de nutrientes nas grandes algas não consumidas, fazendo-as se tornar matéria orgânica dispersa no ambiente até que entrem novamente na cadeia trófica.

O crescimento da comunidade zooplanctônica depende tanto da concentração de alimento quanto da qualidade deste, assim como um tamanho apropriado para ingestão (Wetzel, 1993). Dentro de uma visão clássica da Ecologia, o fitoplâncton é tido como a base do fluxo de carbono das cadeias tróficas aquáticas. No entanto, segundo Araújo & Pinto-Coelho (1998), citando Azam *et al.* (1983), os detritos, as bactérias e os protozoários podem, em alguns casos, ser mais importantes do que o fitoplâncton como fonte de carbono, podendo ser a principal via alimentar do zooplâncton. Esta situação ocorre especialmente quando predomina o microzooplâncton e quando o fitoplâncton é de baixo valor nutricional ou de difícil ingestão, caso da maioria das cianofíceas.

De maneira geral, o crescimento do fitoplâncton está diretamente relacionado à

disponibilidade de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo (Pedrozo, 2000). De acordo com Sommer *et al.* (1986) *apud* Gazulha (2004), uma elevação da biomassa fitoplanctônica em função do aporte de nutrientes e do aumento da intensidade luminosa permite o aumento da densidade zooplanctônica devido a uma maior disponibilidade de alimento. Após uma floração de fitoplâncton, a comunidade zooplanctônica atingiria um pico de densidade, que reduziria então a quantidade de fitoplâncton por predação. Isso aconteceria até que a mortalidade do zooplâncton começasse a ocorrer devido à escassez de alimento e predação por peixes e outros invertebrados. Com a diminuição da densidade zooplanctônica, a pressão de predação sobre o fitoplâncton diminuiria, permitindo que estes aumentem novamente suas densidades na presença de nutrientes e luminosidade, recomeçando o ciclo. Este fenômeno poderia explicar, não só para o fito e zooplâncton, mas também para o bacterioplâncton e ictiofauna, os picos de densidade observados nas quadras de arroz aqui estudadas. Logo após a aplicação de uréia na segunda campanha de amostragem, as comunidades planctônicas tiveram um pico de densidade bastante pronunciado, sendo que a ictiofauna apresentou seu pico logo após, na 3ª campanha (Rodrigues *et al.*, 2007b). Dessa forma, fitoplâncton e bacterioplâncton foram beneficiados pelo nutriente aplicado (que demonstrou ser limitante no sistema), incrementando a alimentação do zooplâncton, que, por sua vez, incrementou a alimentação dos peixes. Na 5ª e última campanha de amostragem, após o restabelecimento das densidades iniciais das comunidades, uma nova elevação no número de organismos, embora bem menos pronunciada, foi verificada, e acredita-se que a intensidade luminosa tenha sido o fator decisivo para este aumento. Neste período, os nutrientes já estão reduzidos em função de seu incremento na biomassa (especialmente do arroz) e da lixiviação para fora das quadras, enquanto a intensidade luminosa, que estava reduzida pelo sombreamento das plantas do arroz, pôde atingir novamente a lâmina d'água após o dobramento da planta, em função dos pesados panículos. As tecamebas, na quadra arenosa, foram as únicas que tiveram um pico de

densidade mais considerável. Entre os grupos fitoplanctônicos observados, destaca-se o das cianofíceas (PELD sítio 7, dados não publicados). As espécies *Synechococcus nidulans* e *Aphanocapsa delicatissima* foram dominantes em termos de densidade em todas as campanhas, sendo a primeira espécie unicelular (0,8 a 1,5 μm) e a segunda formadora de colônias mucilaginosas de até 50 μm .

De acordo com Gannon & Stemberger (1978) *apud* Utz (1997), a distribuição do zooplâncton, além de ser influenciada pela disponibilidade de alimento, modos de dispersão e interações bióticas, é fortemente regulada pelas condições abióticas do ambiente. Algumas espécies são capazes de sobreviver em uma ampla faixa de condições ambientais, enquanto outras são limitadas por estes mesmos fatores, formando-se, assim variações temporais e espaciais na distribuição destes organismos.

Em ambas as quadras de arroz estudadas, a influência destes diversos fatores pôde ser observada pela significativa diferença de densidade zooplanctônica entre pontos de amostragem e campanhas de amostragem. Os maiores valores de densidade (aproximadamente o dobro) do ponto “saída” em relação ao de “entrada” demonstra um significativo incremento de organismos para o ambiente externo ao cultivo. Já a riqueza de espécies, que não variou significativamente entre pontos, campanhas e áreas e o grande número de espécies acessórias demonstram a adaptabilidade que apenas alguns táxons têm em sobreviver às condições adversas do cultivo. Espécies dominantes, que só apareceram na segunda campanha de amostragem, demonstram a necessidade de certa estabilidade do sistema para que a comunidade também se estabeleça. O descritor diversidade, que foi significativo apenas na comparação entre as áreas, indica que a quadra argilosa foi um pouco mais homogênea na distribuição da densidade de organismos entre as espécies. Solos argilosos, segundo Sangoi *et al* (2003), possuem maior capacidade de retenção de nitrogênio do que solos arenosos, evitando perdas deste nutriente por lixiviação e percolação para

camadas mais inferiores. Isto demonstra que, apesar da aparente homogeneidade das quadras, a disponibilidade de nutrientes em função do tipo de solo pode ser um diferencial na composição de espécies da comunidade zooplanctônica.

As áreas de cultivo de arroz, como qualquer outra que sustente a agricultura, têm suas variáveis físicas e químicas bastante perturbadas pelas práticas agrícolas (Fernando, 2005). A partir da análise de ordenamento, observou-se uma tendência de agrupamento dos pontos amostrais “entrada”, “meio” e “saída” ao longo das campanhas, evidenciando uma maior similaridade das condições ambientais dos pontos amostrais ao final do estudo e a estabilização de um banhado. Um maior agrupamento dos pontos amostrais “entrada” também sugere uma maior homogeneidade das condições deste ponto em relação aos demais, o que era de se esperar, já que se encontra antes do cultivo e não sofre a influência direta deste.

Ambas as quadras de arroz estudadas mostraram-se semelhantes em relação às variáveis físicas e químicas da água, uma vez que nenhuma delas apresentou diferença significativa entre as áreas. Valores mais elevados de sólidos totais, nutrientes e carbono orgânico dissolvido detectados logo após a inundação das quadras refletem o revolvimento do solo para o plantio e a ressuspensão destes componentes. Segundo Fernando (2005), a passagem de uma condição seca do terreno para uma de alagamento causa grande mineralização da matéria orgânica, intensamente aproveitada pelos produtores primários e microorganismos. Ao longo do cultivo, estes elementos tiveram um decréscimo na coluna d'água em função da lixiviação e da incorporação pela biomassa. As concentrações de nitrato, uma das formas mais assimiláveis de nitrogênio para os produtores primários (Esteves, 1998), teve brusco decréscimo no momento do pico de organismos da segunda campanha, estando de acordo com Kleerekoper (1944) *apud* Pedrozo (2000), que diz que no auge do desenvolvimento planctônico as concentrações de nitrato estão no mínimo. Os valores significativamente menores de carbono orgânico dissolvido e nitrogênio total no ponto de

entrada das lavouras confirmam a importância do incremento destes compostos à água dentro das quadras, e os maiores valores destes mesmos componentes no ponto de saída indicam o aporte de matéria orgânica e nutriente para fora do sistema de cultivo. O oxigênio dissolvido, que é acrescentado à água pela fotossíntese e por difusão da atmosfera, teve valores mais elevados nas campanhas intermediárias, enquanto a comunidade fitoplanctônica estava presente em maior densidade. O oxigênio dissolvido foi a única variável associada ao período final do ciclo de cultivo, provavelmente porque as demais variáveis (nutrientes, sólidos totais, pH e carbono orgânico dissolvido) se encontravam mais estáveis no final e tiveram uma flutuação menor. Já o pH, que durante o ciclo oscilou próximo à neutralidade, é uma das variáveis de maior influência sobre a biota e também uma das mais difíceis de se estudar. É resultado da associação de diversos fatores, tanto abióticos (como composição físico-química do solo) quanto bióticos (como liberação de ácidos orgânicos e assimilação/liberação de CO₂ pelos organismos). Segundo Fernando (2005), as flutuações nos valores de pH, assim como de oxigênio, embora aconteçam ao longo do cultivo, são muito mais decisivas para a biota em escala diária, especialmente em função do fitoplâncton, que produz grandes quantidades de O₂ durante o dia assim como grandes quantidades CO₂ durante a noite.

Durante alguns momentos do ciclo de cultivo, registraram-se picos de densidade de algumas espécies que podem ser associados tanto às condições bióticas quanto abióticas do ambiente. Durante a primeira campanha, na área de saída da quadra argilosa, observou-se um número de organismos extremamente grande nos táxons *Keratella tropica*, *Brachionus plicatilis*, *Conochilus* sp., *Asplanchna* sp. e *Moina minuta*. Este ponto de amostragem esteve relacionado com concentrações mais elevadas de nutrientes, carbono orgânico dissolvido, sólidos totais e pH mais alcalino (7,6). Das espécies acima citadas, somente uma (*Moina minuta*) não é rotífero, confirmando a já conhecida capacidade deste grupo em predominar em ambientes adversos, como o início do cultivo. Segundo Coelho-Botelho (2003) *apud* Veado *et*

al. (2005), a espécie de cladóceros *Moina minuta* é pioneira, sendo por isso uns dos primeiros organismos a predominar no cultivo de arroz. Em trabalho realizado com as lagoas costeiras do RS, Pedrozo & Rocha (2005) classificam esta espécie como sensível às condições ambientais, diferentemente do que é observado no arrozal.

A associação da maioria dos táxons acima com as condições ambientais na qual se encontraram já foram observadas em outras situações (Margalef, 1983; Attayde & Bozelli, 1998; Frutos, 1998; Coelho-Botelho, 2003; Pedrozo & Rocha, 2005). Vale ressaltar, ainda, que a abundância de indivíduos loricados e com espinhos, como *Keratella* e *Brachionus*, e formadores de colônias, como *Conochilus*, neste ponto amostral pode ser uma indicação da pressão de predação por *Asplancha*, também encontrado em grandes quantidades neste ponto. Estes organismos, por serem de difícil ingestão, seriam evitados pelo predador acima, passando a predominar, então, no ambiente.

Também na quadra argilosa, porém na Campanha 2, foi registrado mais um pico de organismos no ponto amostral central da lavoura. Desta vez, porém, o número de cladóceros foi maior, totalizando 3 dos 5 táxons que mais contribuíram para as elevadas densidades. Este ponto amostral esteve caracterizado por valores mais baixos de nutrientes, carbono orgânico dissolvido e pH (7,03), assim como valores mais elevados de carbono inorgânico dissolvido. Os valores de temperatura (26°C) e oxigênio dissolvido (6,8 mg/L) foram também mais elevados em relação ao ponto amostral anterior. As duas espécies de *Lecane* estiveram muito bem distribuídas durante todas as campanhas, sendo que *L. bulla* esteve presente em todas as amostras. Segundo Segers (1995), tanto *Lecane bulla* quanto *Lecane papuana* são muito bem representadas nas comunidades zooplancônicas em geral, sendo a primeira cosmopolita e a segunda circuntropical restrita a águas quentes. Entre os cladóceros, as condições mais amenas da água associadas a uma maior densidade relativa de outros grupos de algas, como as clorofíceas, crisofíceas e bacillariofitas (PELD sítio 7, dados não publicados), pode ter

contribuído para a melhor representatividade do grupo no local. Güntzel (1995), em estudo na lagoa Caconde, RS, encontrou correlação positiva entre a densidade de cladóceros e bacillariofitas. A temperatura mais elevada também favorece os cladóceros segundo Hynes (1970), uma vez que esse grupo, em especial, alcança seu desenvolvimento máximo em águas mais quentes. Veado *et al.* (2005) cita, ainda, a relativa maturidade do cultivo como possível causa da substituição do cladóceros *Moina minuta*, predominante na primeira campanha, por *Macrothrix triserialis*, predominante na segunda campanha.

O terceiro grupo de organismos reunidos em função das características ambientais é formado por *Euchlanis dilatata*, *Polyarthra vulgaris* e *Cephalodella* sp, no meio da área argilosa, também na Campanha 2. A principal variável reunindo estes táxons foi a maior concentração de oxigênio dissolvido (10,6 mg/L), porém, os valores de carbono orgânico dissolvido, nutrientes e sólidos totais não foram tão diferentes dos atribuídos ao primeiro grupo. Uma explicação para isto é a maior quantidade de algas registradas para este ponto (PELD sítio 7, dados não publicados), que teria incrementado os valores de oxigênio. Com isto, as espécies acima, associadas em muitos casos a águas ricas em nutrientes (Utz, 1997; Tasevska *et al.*, 2004; Pedrozo & Rocha, 2005), acabaram sendo associadas à maior concentração de oxigênio. A mesma associação com o oxigênio também deve ter acontecido a *Lecane inermis*, que apresentou altas densidades no meio da quadra argilosa na Campanha 3. Segundo Segers (1995), esta é uma espécie de ampla distribuição e tolerância, sendo encontrada em diversos ambientes, até mesmo com salinidade.

Como visto, a evolução do cultivo do arroz proporciona uma rápida substituição de táxons caracterizada pelas grandes densidades de poucas espécies, especialmente entre o grupo dos rotíferos. Diferenças nas variáveis ambientais, ainda que pequenas, foram suficientes para alterar relações na comunidade. Diante da complexidade de se conhecer e estabelecer relações entre organismos zooplantônicos e variáveis encontradas no cultivo do

arroz, uma vez que diversos fatores bióticos e abióticos, autóctones e alóctones influem no corpo aquático, faz-se necessária uma investigação mais detalhada desta comunidade dentro do sistema para se estabelecer relações mais precisas. O curto período de tempo, associado à ampla faixa de tolerância de algumas espécies, ao grande número de variáveis e ao desconhecimento das conseqüências da aplicação de agrotóxicos torna o estudo ainda mais difícil. Entre os escassos trabalhos abordando a influência de agroquímicos sobre os padrões ecológicos da comunidade zooplanctônica, Jost *et al.* (2003a) registram uma alteração na sucessão de espécies de copépoda sob o efeito de pelo menos um herbicida e um inseticida. Jost *et al.* (2003b) atribuem, ainda, uma pequena, porém perceptível redução das densidades zooplantônicas em relação ao controle, especialmente de cladóceros e copépodos, após aplicação do herbicida Clomazone, o mesmo utilizado nas lavouras de arroz do presente estudo. A drenagem da água dos cultivos para fora do sistema torna-se, a partir disso, uma potencial fonte de alteração da comunidade zooplanctônica e de outras comunidades da Lagoa Mangueira e Banhado do Taim, para onde esta água retorna.

Conclusão

As quadras de cultivo de arroz estudadas apresentaram padrões espaço-temporais definidos, acontecendo ao longo deste ciclo o estabelecimento de um banhado temporário característico. Como verificado, existe um transporte de organismos zooplanctônicos de caráter cosmopolita para fora do sistema, assim como de matéria orgânica, nutrientes (especialmente nitrogênio) e, possivelmente, agrotóxicos. O nitrogênio, incrementado sob a forma de fertilizante, demonstrou ser um fator limitante no sistema, elevando as densidades das comunidades ali presentes e influenciando diretamente na estrutura e nas relações da biota aquática, o que pode vir a alterar fluxos de energia e matéria.

A comunidade zooplanctônica esteve composta principalmente por espécies de amplo

espectro geográfico (circuntropicais e cosmopolitas) e caracteristicamente oportunistas, especialmente em relação aos rotíferos. A dominância destes sobre grupos como cladóceros e copépodos nas quadras de arroz deve-se, muito provavelmente, às condições menos favoráveis aos microcrustáceos em relação ao alimento, predadores e, possivelmente, aos agrotóxicos.

Espécies relacionadas à disponibilidade de nutrientes apresentaram grandes densidades, especialmente no início do ciclo. Associações mais precisas de zooplancntones com variáveis ambientais e padrões sucessionais, porém, só poderão ser obtidos com repetidos estudos que envolvam um número maior de variáveis, já que o ciclo do arroz acontece em um curto espaço de tempo, dentro de uma mesma estação do ano e sob a influência de diferentes práticas agrícolas.

A visão das lavouras de arroz como um elemento na paisagem que influi e sofre influências dos ambientes adjacentes reforçam o entendimento destes sistemas como importantes instrumentos na manutenção da biodiversidade. Uma vez que as áreas agrícolas se expandem em todo o mundo, torna-se imprescindível uma maior dedicação ao estudo da ecologia de agrossistemas para que se possa capitalizar conhecimento sobre seus impactos. A cultura do arroz é um exemplo de sistema agrícola que vem sendo praticado há milênios e que ainda consegue manter uma considerável diversidade biológica. Mesmo sendo escassa a pesquisa básica sobre a biologia desta cultura, tudo indica que este hábitat pode ser manejado para que sua diversidade e sua rede de interações sejam utilizadas em benefício da própria cultura. Um agrossistema ecologicamente estruturado e integrado ao ambiente reduziria ou até mesmo tornaria desnecessárias diversas práticas agrícolas ambientalmente agressivas, como o combate a pragas e espécies invasoras com biocidas, sem falar na diminuição dos custos que conseqüentemente viriam. O respeito aos ciclos e limites dos recursos naturais, como a água, que após um histórico descaso teve de ser amparada por leis para não se esgotar, é a base para

um ambiente sustentável. Usada adequadamente, a ecologia pode mostrar-nos o quanto a exploração de recursos pode ser mais eficiente e menos destrutiva.

Referências Bibliográficas

- Allan, J. D. 1976. Life history patterns in zooplankton. *The Amer. Natur.*, 110(971):165-179.
- Almeida, V. L. S., Larrazábal, M. E. L., Moura, A. N. & Melo Júnior, M. 2006. Rotifera das zonas limnética e litorânea do reservatório de Tapacurá, Pernambuco, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool. Porto Alegre*, 96(4):445-451.
- APHA. 1995. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20^a ed. American Public Health Association, Washington, D.C, 1268p.
- Araújo, M. A. R. & Pinto-Coelho, R. M. 1998. Produção e consumo de carbono orgânico na comunidade planctônica da Represa da Pampulha, Minas Gerais, Brasil. *Rev. Brasil. Biol.*, 58(3): 405-416.
- Attayde, J. L. & Bozelli, R.L. 1998. Assessing the indicator properties of zooplankton assemblages to disturbance gradients by canonical correspondance analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 55:1789-1797.
- Azevedo, F. & Bonecker, C. C. 2003. Community size structure of zooplanktonic assemblages in three lakes on the Upper Paraná River floodplain, PR-MS, Brazil. *Hidrobiología*, 505:147-158.
- Campos, J. C. R., Lansac-Tôha, F. A., Nunes, M. A., Garcia, A. P. P & Prado, F. R. 1996. Composição da comunidade zooplanctônica de três lagoas da Ilha do Porto Rico na planície de inundação do Alto Rio Paraná. *Acta Limnol. Bras.*, 8:183-194.
- Coelho-Botelho, M. J. 2003. Dinâmica da comunidade zooplanctônica e sua relação com o grau de trofia em reservatórios. Disponível em: < www.biota.or.br/info/historico/simp2003/textos/zooplancton.pdf > Acesso em: 15/09/2007.
- Cardoso, L. S. & Motta Marques, D. M. L. 2006. Relações do Índice de Qualidade de Água (IQA) com a variação temporal e espacial da comunidade zooplanctônica do sistema lagunar de Tramandaí, Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Rec. Hídr.*,

11(2):123-134.

- Cardoso, M. A. Q., Motta Marques, D. M. L., Villanueva, A. O. N., Collischonn, W. 2007. Influência de anomalias no regime de chuvas do Banhado do Taim. In: Jornadas Iberoamericanas sobre cambio climático y recursos hídricos. Guatemala. 16 p.
- Crispim, M. C. & Freitas, G. T. P. 2005. Seasonal effects on zooplanktonic community in a temporary lagoon of northeast Brazil. *Acta Limnol. Bras.*, 17(4):385-393.
- Dajoz, R. 1973. *Ecologia Geral*. Vozes, Petrópolis, 471p.
- Dechamps, F. C., Noldin, J. A., Eberhardt, D. S., Knoblauch, R. 2003. A qualidade da água em áreas cultivadas com arroz irrigado. In: III Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado/ XXV Reunião da Cultura do Arroz Irrigado. EPAGRI, Itajaí, Resumo p.700-702.
- De Smet, W. H. 1995. The Proalidae (Monogononta). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. SPB Academic Publishing: Antwerpen, Belgium, 102p.
- Dussart, B. H. & Dufaye, D. 1995. Copepoda: Introduction to the Copepoda. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. SPB Academic Publishing: Amsterda., 172p.
- El Moor-Loureiro, L. M. A. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Universa, Brasília, 156p.
- Espíndola, E. G., Matsumura-Tundisi, T. & Moreno, I. H. 1996. Efeitos da dinâmica hidrológica do sistema pantanal matogrossense sobre a estrutura da comunidade de zooplâncton da Lagoa Albuquerque. *Acta Limnol. Bras.*, 8: 37-57.
- Esteves, F. A. 1998. *Fundamentos de limnologia*. 2. ed. Interciência, Rio de Janeiro, 602 p.
- Fernando, C. H. 2005. Rice field limnology and applied ecology. In: Fernando, C. H., Göldenboth, F. & Margraf, J. (ed.) *Aquatic ecology of rice fields: a global perspective*. Volumes Publishing, Ontário, p. 71-117.

- Frutos, S. M. 1998. Densidade Y diversidad del zooplancton em los rios Salado y Negro, Planicie del Rio Paraná, Argentina. *Ver. Bras. Biol.*, 58(3):431-444.
- Furtado, R. D. 2002. Técnicas de cultivo de arroz: relação com a qualidade de água, protozoários e diversidade fitoplanctônica. Porto Alegre, UFRGS, 129 p. (Dissertação de Mestrado).
- Gazulha, V. 2004. Comunidade zooplanctônica associada a banhado e lagoa interna no Sistema Hidrológico do Taim, costa sul do Rio Grande do Sul, Brasil. Porto Alegre, UFRGS, 111 p. (Dissertação de Mestrado).
- Güntzel, A. M. 1995. Estrutura e variações espaço-temporais da comunidade zooplanctônica na Lagoa Caconde, Osório, RS. Porto Alegre, UFRGS, 128 p. (Dissertação de Mestrado).
- Heckman, C. W. 2005. The evolution from marsh to rice field. In: Fernando, C. H., Göltenboth, F. & Margraf, J. (ed.) *Aquatic ecology of rice fields: a global perspective*. Volumes Publishing, Ontário, p.1-69.
- Jost, G. F., Resgalla Jr., C., Rörig, L. R., Noldin, J. A. & Eberhard, D. S. 2003a. Utilização de copépodos (Crustacea) como bioindicadores da água de irrigação do arroz tratada com agroquímicos. In: III Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado/ XXV Reunião da Cultura do Arroz Irrigado. EPAGRI, Itajaí, Resumo p.717-719.
- Jost, G. F., Resgalla Jr., C., Rörig, L. R., Laitano, K. S., Tamanaha, M. S., Noldin, J. A. & Eberhard, D. S. 2003b. Impacto de agroquímicos sobre a comunidade zooplanctônica da água de irrigação em arroz irrigado. In: III Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado/ XXV Reunião da Cultura do Arroz Irrigado. EPAGRI, Itajaí, Resumo p.720-722.
- Koste, W. 1978. *Rotatoria. Die radertiere mitteleuropas II. Tafelband*. Gebrüder Borntraeger, Berlin. 234p.
- Krebs, C. J. 1978. *Ecology: the experimetal analysis of distribution and abundance*. Harper & Row Publishers, New York, 678p.

- Leonard, J. A., Paerl, H. W. (2005) Zooplankton community structure, microzooplankton grazing impact and seston energy content in the St. Johns river system, Florida as influenced by the toxic cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii*. *Hydrobiologia*, 537:89-97.
- Lobo, E. & Leighton, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central del Chile. *Ver. Biol. Mar. Valparaíso*, 22:1-29.
- Mackereth, F. J. H., Heron, J. & Talling, J. F. 1989. *Water analysis: some revised methods for limnologists*. Fresh water Biological Association, United Kingdom, 121p.
- Margalef, R. 1983. *Limnología*. Ômega, Bracelona, 1010p.
- Motta Marques, D. M. L., Tucci, C., Calazans, D., Callegaro, V. L. M., Villanueva, A. 2002. O Sistema Hidrológico do Taim, Site 7. In: Seeliger, U., Cordazzo, C. & Barbosa, F. (ed.) *Os Sites e o Programa Brasileiro de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração*. Belo Horizonte, FURG/UFMG, p.125-144.
- Kuczynska-Kippen, N. 2005. On body size and habitat selection in rotifers in a macrophyte-dominated lake Budzysnkic, Poland. *Aquat. Ecol.*, 39:447-454.
- Nandini, S. & Sarma, S. S. S. 2007. Effect of algal and animal diets on life history of the freshwater copepod *Eucyclops serrulatus* (Fisher, 1851). *Aquat. Ecol.*, 41:75-74.
- Neves, I. F., Rocha, O., Roche, K. F. & Pinto, A. A. 2003. Zooplankton community structure of two marginal lakes of the River Cuiabá (Mato Grosso, Brazil) with analysis of Rotifera and Cladocera diversity. *Braz. J. Biol.*, 63(2): 329-343.
- Nogrady, T. & Segers, H. 2002., Asplachnidae, Gastropodidae, Lindiidae, Macrocodidae, Synchaetidae, Trochosporidae. *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world*. Backhuys Publishers, The Netherlands, 264p.
- Olivier, S. R. 1962. Los cladoceros argentinos. *Revista del Museo de La Plata*, nº 56, tomo

VII., p. 173-269.

Olivier, S. R. 1965. Rotíferos planctônicos de Argentina. *Revista del Museo de La Plata*, nº 63, tomo III. p., 176-270.

Pappas, J. L., & Stoermer, E. F. 1996. Quantitative method for determining a representative algal sample count. *J. Phycol.*, 32:693-696.

Pedrozo, C. S. 2000. Avaliação da qualidade ambiental das lagoas da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil, com ênfase na comunidade zooplanctônica. São Carlos, UFSCAR, 241 p. (Tese de Doutorado).

Pedrozo, C. S. & Rocha, O. 2005. Zooplankton and water quality of lakes of the northern coast of Rio Grande do Sul State, Brazil *Acta Limol. Bras.*, 14(4):445-464.

Reddy, R. 1994. Copepoda: Calanoida: Diaptomidae. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. SPB Academic Publishing, The Netherlands, 221p.

Rocha, O. & Matsumura-Tundisi, T. 1976. Atlas do zooplâncton (Represa do Broa, São Carlos). UFSCar, Série Atlas, v.1. 68p.

Rodrigues, L. H., Canterle, E., Hamester, A. & Motta Marques, D. 2007a. Fauna de peixes associada à cultura de arroz em Santa Vitória do Palmar, RS. In: XVII Encontro Brasileiro de Ictiologia. UNIVALI, Itajaí, Resumo 612, p. 330.

Rodrigues, L. H., Canterle, E., Gazulha, V., Fachini, A., Crossetti, L., Hamester, A. & Motta Marques, D. 2007b. Dinâmica de comunidades biológicas em banhados temporários: quadras de arroz. XI Congresso Brasileiro de Limnologia. Disponível: em <www.sblimno.org.br/XICBL>.

Sangoi, L., Ernani, P. R., Lech, V. A. & Rampazzo, C. 2003. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. *Ciência Rural*, Santa Maria 33 (1):65-70.

- Segers, H. 1995. The Lecanidade (Monogononta). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. SPB Academic Publishing, The Netherlands, 226p.
- Smirnov, N. N. 1974. Fauna of the USSR: Crustacea (Chydoridae). Peter Publishing House, Jerusalém, 644p.
- Smirnov, N. N. 1996. Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the world. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. SPB Academic Publishing, Amsterdam, 197p.
- Tasevska, O. Kostoki, G. & Guseska, D. 2004. Composition and dynamic of Rotifera fauna from eastern littoral zone of Lake Ohrid as a parameter of water quality. BALWOIS – Conference of water observation and information system for decision support, Ohrid, Baskan. Disponível em < balwois.mpl.ird.fr/balwois/balwois/papers/abstracts/index.php >. Acesso em 10/10/07.
- Tundisi, J. G. 1999. Limnologia no século XXI: perspectivas e desafios. Conferência de abertura do VII Congresso Brasileiro de Limnologia. IIE, São Carlos, 24p.
- Utz, L. R. p. 1997. Estudo da comunidade zooplancônica da bacia de aeração do sistema de tratamento de efluentes líquidos da refinaria Alberto Pasqualini, REFAP, PETROBRAS, RS. Porto Alegre, UFRGS, 145 p. (Dissertação de Mestrado).
- Veado, L. D., Tamanaha, M. S., Gonçalves, V. C., Rörig, L. R., Resgalla Jr., C., Noldin, J. A. & Eberhard, D. S. 2005. Cladóceros como bioindicadores da ação de agroquímicos na água de irrigação do arroz irrigado, sistema pré-germinado. In: IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Santa Maria, RS. Anais v. 2, p. 493-495.
- Voltolini, M. 2005. Variação espaço-temporal de Rotifera, Cladocera e Copepoda no Rio Maquiné, RS, Brasil. Porto Alegre, UFRGS, 29 p. (Trabalho de Conclusão de Curso).
- Wetzel, R. G. 1993. Limnologia. Fundação Calouse Gulbenkian, Lisboa, 919p.