

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA ASSOCIADA A BANHADO
E LAGOA INTERNA NO SISTEMA HIDROLÓGICO DO TAIM,
COSTA SUL DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

VANESSA GAZULHA

PORTO ALEGRE, JUNHO DE 2004

**COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA ASSOCIADA A BANHADO
E LAGOA INTERNA NO SISTEMA HIDROLÓGICO DO TAIM,
COSTA SUL DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

VANESSA GAZULHA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ECOLOGIA.

ORIENTADOR: DR. DAVID DA MOTTA MARQUES

CO-ORIENTADORA: DRA. MÔNICA ADELINA MONTÚ

COMISSÃO EXAMINADORA:

DR. ALBANO SCHWARZBOLD (UFRGS)

DR. JOSÉ LUIZ DE ATTAYDE (UFRN)

DRA. NORMA WÜRDIG (UFRGS)

PORTO ALEGRE, JUNHO DE 2004

Em memória de Mônica Montú,
minha querida Co-orientadora

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer com todo o carinho a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho e fico muito feliz por muitos terem me ajudado.

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

À Professora Mônica Montú, pela co-orientação e grande contribuição na identificação do zooplâncton.

Ao Fundo Setorial de Recursos Hídricos, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CTHidro/CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia pelo apoio e oportunidade.

À Comissão Examinadora, pela presença e pelas contribuições.

Aos Hidrotécnicos Álvaro Frantz e Antônio Viamão, do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH/UFRGS), pelo essencial auxílio nas saídas a campo e pela companhia.

À minha amiga Geruza, pela amizade e companhia em saída a campo.

À Fabrícia Ferraz e Marcela Pinillos, pelo auxílio na correção do *abstract*.

Ao amigo Adriano Rolim da Paz, pela disponibilização de imagens do Taim.

Ao Professor Adriano Melo, pelo auxílio e pelas discussões sobre o método de rarefação de espécies.

Ao amigo Carlos Ruberto Fragoso Junior, pelo auxílio computacional na confecção da figura que compõe o anexo.

Ao pessoal do Laboratório de Tecnologias Ambientais (IPH/UFRGS), Cíntias, Carolina (Caco), Roberta, Taís, Wagner e Tiago, pelo auxílio na realização das análises da água.

Aos colegas de sala do IPH, Alex, Cristofer, Duda, Rogério e Tiago, pelos auxílios diversos, em especial ao Laurindo, pelas discussões e contribuições à minha dissertação.

Aos meus colegas e amigos do PPG Ecologia, Cláudia, Carol Blanco, Cíntia Pinheiro, Gerhard, Pedro, Patrick, Rabioli, Rodrigo, Sandra e Silene pelas amizades e discussões, em especial ao Byu, Ênio e Machado pelo auxílio na realização das análises estatísticas.

Aos amigos do PPG Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH/UFRGS) pelas discussões, amizades e pelo futebol das quartas-feiras.

Ao Mateus, pelo auxílio na formatação do texto e das figuras, e pelo enorme carinho e apoio.

Em especial, a meus pais Bete e Moisés, minhas irmãs Aline e Caroline, meu cunhado César, meus dindos Dodô e Mary e minha vó Cyzinha, que me amam e torcem muito pelo meu sucesso e felicidade.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	1
Apresentação.....	1
Áreas úmidas.....	2
Impactos sobre áreas úmidas costeiras	3
Distribuição dos banhados e lagoas na zona costeira brasileira	5
A Planície Costeira do RS e o Sistema Hidrológico do Taim.....	5
Estandes de macrófitas aquáticas e as comunidades planctônicas	7
O zooplâncton do ecossistema costeiro de água doce do RS.....	8
Hipóteses.....	8
Objetivo geral.....	9
Objetivos específicos.....	9
Área de estudo	10
Referências citadas	15
 CAPÍTULO 2. VARIAÇÃO HORIZONTAL E TEMPORAL DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA ASSOCIADA A BANHADO E LAGOA INTERNA NO SISTEMA HIDROLÓGICO DO TAIM, COSTA SUL DO RIO GRANDE DO SUL	 18
INTRODUÇÃO.....	18
Área de estudo	20
MATERIAL E MÉTODOS	21
Locais de amostragem	21
Delineamento amostral.....	24
Amostragem do zooplâncton	25
Análises qualitativa e quantitativa do zooplâncton.....	26
Análise da estrutura da comunidade zooplantônica.....	27
Análises estatísticas dos dados.....	29
RESULTADOS	32
Composição específica.....	32

Constância.....	35
Riqueza e diversidade do zooplâncton	37
Densidade do zooplâncton total.....	43
Densidade dos grupos zooplanctônicos	45
Abundância e dominância do zooplâncton	50
Padrões horizontais e temporais do zooplâncton	53
DISCUSSÃO.....	61
Estrutura da comunidade zooplanctônica.....	61
Padrões horizontais característicos do eixo Banhado-Lagoa	64
Padrões temporais característicos do eixo Banhado-Lagoa.....	66
REFERÊNCIAS CITADAS.....	68
CAPÍTULO 3. VARIAÇÃO HORIZONTAL E TEMPORAL DAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS E SUA RELAÇÃO COM A COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA ASSOCIADA A BANHADO E LAGOA INTERNA NO SISTEMA HIDROLÓGICO DO TAIM, COSTA SUL DO RIO GRANDE DO SUL.....	74
INTRODUÇÃO.....	74
Área de estudo	76
MATERIAL E MÉTODOS	77
Locais de amostragem	77
Delineamento amostral.....	77
Amostragem da água para análise das características ambientais	77
Análises estatísticas dos dados.....	80
RESULTADOS	83
Flutuações horizontais e temporais das características ambientais no eixo Banhado-Lagoa interna	83
Padrões horizontais e temporais das características ambientais	87
DISCUSSÃO.....	98
Comparação com outras lagoas costeiras do RS.....	98
Padrões horizontais característicos no eixo Banhado-Lagoa	99
Padrões temporais característicos no eixo Banhado-Lagoa.....	100
REFERÊNCIAS CITADAS.....	106
CAPÍTULO 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS: GESTÃO E PADRÕES DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA	110
ANEXO	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim e região de inserção do Sistema Hidrológico do Taim, RS.....	14
Figura 2: Localização do Sistema Hidrológico do Taim, RS.....	21
Figura 3: Fotografia aérea do Banhado do Taim e da Lagoa Jacaré, Sistema Hidrológico do Taim, RS.....	22
Figura 4: Vista do ponto Banhado, Sistema Hidrológico do Taim, RS.....	22
Figura 5: Vista do ponto Interface, Sistema Hidrológico do Taim, RS.....	23
Figura 6: Vista do ponto Lagoa, Sistema Hidrológico do Taim, RS.....	23
Figura 7: equipamentos utilizados para coleta do zooplâncton (A) bomba elétrica Bilge Pump Rule® e (B) rede de plâncton de 90 mm de abertura de malha.....	25
Figura 8: Variações da diversidade média (H) e riqueza (n° espécies) zooplanctônicas (A) no eixo Banhado-Lagoa e (B) nos períodos amostrados.....	38
Figura 9: Variações da diversidade (H) e riqueza (n° spp.) zooplanctônicas no eixo Banhado-Lagoa em cada período de amostragem.....	40
Figura 10: Variação horizontal e temporal (A) da densidade absoluta (ind./m ³) e (B) da densidade relativa (%) do zooplâncton total no eixo Banhado-Lagoa.....	44
Figura 11: Variação horizontal (A) da densidade absoluta (ind./m ³) e (B) da densidade relativa (%) dos grupos zooplanctônicos no eixo Banhado-Lagoa.....	46
Figura 12: Variação horizontal e temporal da densidade relativa (%) dos grupos zooplanctônicos no eixo Banhado-Lagoa.....	47
Figura 13: Variação horizontal e temporal da densidade absoluta (ind./m ³) dos grupos zooplanctônicos no eixo Banhado-Lagoa.....	49
Figura 14: Variação horizontal da densidade relativa (%) do zooplâncton abundante e dominante no eixo Banhado-Lagoa.....	52
Figura 15: Dendrograma da análise de agrupamento das unidades amostrais do eixo Banhado-Lagoa descritas pela densidade zooplanctônica.....	53
Figura 16: Probabilidades geradas pelo teste de auto-reamostragem <i>bootstrap</i> para nitidez de grupos e suficiência amostral da análise de agrupamento das unidades amostrais do eixo Banhado-Lagoa descritas pela densidade zooplanctônica.....	54
Figura 17: Diagrama de ordenação das unidades amostrais do eixo Banhado-Lagoa descritas pela densidade zooplanctônica.....	55

Figura 18: Estabilidade e suficiência amostral para os três primeiros eixos de ordenação das unidades amostrais descritas pela densidade zooplanctônica no eixo Banhado-Lagoa	56
Figura 19: Trajetórias temporais dos pontos de amostragem do eixo Banhado-Lagoa no diagrama de ordenação.....	59
Figura 20: Dendrograma da análise de agrupamento das unidades amostrais do eixo Banhado-Lagoa descritas pelas variáveis ambientais	87
Figura 21: Probabilidades geradas pelo teste de auto-reamostragem <i>bootstrap</i> para nitidez de grupos e suficiência amostral da análise de agrupamento das unidades amostrais do eixo Banhado-Lagoa descritas pelas variáveis ambientais	88
Figura 22: Diagrama de ordenação das unidades amostrais do eixo Banhado-Lagoa descritas pelas variáveis ambientais	89
Figura 23: Estabilidade e suficiência amostral para os três primeiros eixos de ordenação das unidades amostrais descritas pelas variáveis ambientais no eixo Banhado-Lagoa	90
Figura 24: Perfil de congruência máxima entre a variação da comunidade zooplanctônica e a das características ambientais no eixo Banhado-Lagoa.....	96
Figura 25: Valores de correlação da comunidade zooplanctônica com cada variável ambiental do eixo Banhado-Lagoa	97

LISTA DE TABELAS

Tabela I: Composição zooplanctônica do eixo Banhado-Lagoa	34
Tabela II: Classificação dos táxons do eixo Banhado-Lagoa de acordo com o Índice de Constância.....	36
Tabela III: Análise de variância com teste de aleatorização entre os pontos de amostragem do eixo Banhado-Lagoa descritos pela diversidade, riqueza específica e riqueza específica esperada (por rarefação) do zooplâncton	42
Tabela IV: Análise de variância com teste de aleatorização entre os períodos de amostragem descritos pela diversidade, riqueza específica e riqueza específica esperada (por rarefação) do zooplâncton.....	42
Tabela V: Análise de variância com teste de aleatorização entre os pontos de amostragem do eixo Banhado-Lagoa descritos pela densidade zooplanctônica	60
Tabela VI: Análise de variância com teste de aleatorização entre os períodos de amostragem descritos pela densidade zooplanctônica	60
Tabela VII: Métodos utilizados para análise das variáveis ambientais do eixo Banhado-Lagoa	79
Tabela VIII: Valores das variáveis ambientais no eixo Banhado-Lagoa	85
Tabela IX: Análise de variância com teste de aleatorização entre os pontos de amostragem do eixo Banhado-Lagoa descritos pelo conjunto de variáveis ambientais.....	93
Tabela X: Análise de variância com teste de aleatorização entre os períodos de amostragem descritos pelo conjunto de variáveis ambientais.....	93
Tabela XI: Análise de variância com teste de aleatorização entre os pontos e períodos de amostragem do eixo Banhado-Lagoa descritos pelas variáveis ambientais individualmente	95

LISTA DE ANEXOS

Anexo I: Figura esquemática demonstrativa dos principais padrões de variação temporal da comunidade zooplanctônica e das variáveis ambientais no eixo Banhado-Lagoa, Sistema Hidrológico do Taim, RS.....	113
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA ASSOCIADA A BANHADO E LAGOA INTERNA NO SISTEMA HIDROLÓGICO DO TAIM, COSTA SUL DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Autora: Vanessa Gazulha

Orientador: David da Motta Marques

RESUMO

O Sistema Hidrológico do Taim, que inclui o Banhado do Taim, insere-se em uma região de áreas alagáveis contínuas caracterizadas por banhados e lagoas de água doce, em uma dinâmica de baixo relevo entre o Oceano Atlântico e a Lagoa Mirim, litoral Sul do Rio Grande do Sul. Este sistema encontra-se associado a uma vasta área de monocultura de arroz irrigado. As alterações antropogênicas ou naturais dos níveis d'água no sistema podem afetar a estrutura das comunidades planctônicas associadas às lagoas e à vegetação macrofítica. O objetivo principal do presente trabalho foi caracterizar a estrutura da comunidade zooplanctônica e verificar sua variação horizontal e temporal num eixo formado por uma área aberta (livre de vegetação) e uma área vegetada por densos estandes de macrófitas, assim como verificar a relação das características limnológicas e climatológicas com estas comunidades de forma a contribuir com elementos para a definição de regras adequadas ao uso dos recursos hídricos desta área. O estudo foi conduzido numa lagoa rasa interna ao Banhado (Lagoa Jacaré), e na porção do Banhado do Taim adjacente à Lagoa. Foi definida uma transecção Banhado-Lagoa composta por três pontos de amostragem (Banhado, Interface e Lagoa). Amostras de água foram coletadas trimestralmente, ao longo de um ano (Agosto/2002 a Junho/2003), para a análise do zooplâncton e das características ambientais. A comunidade zooplanctônica esteve representada por um total de 85 espécies, dentre as quais 39 pertencem aos cladóceros, caracterizando-o como o grupo de maior riqueza específica. O Índice de Constância demonstrou como espécies constantes no eixo Banhado-Lagoa, os rotíferos *Lecane leontina* e *Testudinella* sp., e os cladóceros *Ceriodaphnia richardi* e *Chydorus sphaericus*. Os copépodos foram o grupo de maior abundância, representada pela dominância dos náuplios e copepoditos, pois os indivíduos adultos freqüentemente ocorreram em número reduzido. Agosto (inverno) foi o período com o maior número de indivíduos, com valores de densidade bastante acentuados em relação aos demais. O Banhado apresentou a maior densidade zooplanctônica, assim como os maiores valores de riqueza e diversidade específica. Este habitat revela-se como uma zona potencial de abrigo e manutenção da fauna zooplanctônica, enfatizando a importância da conservação dos ecossistemas de banhados. As flutuações do nível d'água demonstraram a maior correlação com a variação da comunidade zooplanctônica. A ocorrência de níveis d'água elevados permitiu ampla conexão entre os habitats e grande disponibilidade de nichos, contribuindo para a manutenção de elevada densidade, riqueza e diversidade zooplanctônica nos períodos com tais condições.

ZOOPLANKTONIC COMMUNITY ASSOCIATED WITH MARSH AND INTERNAL LAGOON IN THE TAIM HYDROLOGICAL SYSTEM, SOUTHERN COAST OF RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

Author: Vanessa Gazulha

Advisor: David da Motta Marques

ABSTRACT

The Taim Hydrological System, which includes the *Banhado do Taim* (Taim's Marsh) is a part of a continuous floodable area characterized by freshwater marshes and lagoons in a low relief dynamics between Atlantic Ocean and Mirim Lagoon, southern coast of Rio Grande do Sul. This system is associated with a wide area of irrigated rice monoculture. The anthropogenic or natural fluctuations of water levels in the system can affect the structure of planktonic communities associated to macrophytic vegetation and lagoons. The main goal of the present work was to characterize zooplanktonic community structure and its temporal and horizontal variation in an axis formed by a macrophyte bed vegetated area and an open area (without vegetation) as well as relate the community to limnological and climatological characteristics to contribute with elements to define adequate rules to the use of the hydric resources of this area. The study was carried out in a shallow lagoon internal to marsh - Jacaré Lagoon, and in the portion of the Taim's Marsh adjacent to the lagoon. A transect Marsh-Lagoon composed by three sampling sites (Marsh, Transition and Lagoon) was defined. Water samplings were collected trimonthly for a year (from August/2002 to June/2003) to analyze environmental characteristics and zooplankton. The zooplanktonic community was represented by a total of 85 species, in which 39 species concern to cladocerans, characterizing it as the group with the largest specific richness. Constancy Index indicated rotifers *Lecane leontina* and *Testudinella* sp., and cladocerans *Ceriodaphnia richardi* and *Chydorus sphaericus* as constant species in the system. Copepods were the most abundant group, mainly their juvenile forms: copepodites and nauplii, since adults were less abundant in most sample units. August (winter) was the period with the largest individual number and showed accentuated density values in relation to the other periods. The Marsh exhibited the highest zooplanktonic densities as well as specific richness and diversity. The habitat Marsh reveals to be a potential area to maintenance and refuge of zooplankton giving emphasis to the importance of marsh ecosystem conservation. Water level fluctuations demonstrated the largest correlation with zooplanktonic community variation. The occurrence of high water levels permitted a wide junction among habitats and a large niche availability that contributed to the maintenance of high zooplanktonic densities, richness and diversity at periods when those conditions were present.

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

Apresentação

O presente trabalho insere-se no Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) *Sistema Hidrológico do Taim – Sítio 7*, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O PELD compõe-se de uma rede de sítios selecionados dos principais ecossistemas brasileiros e tem como foco a pesquisa integrada. No plano internacional, este programa está inserido no *International Long Term Ecological Research Program* (ILTER), uma rede internacional que conta com 21 países participando ativamente e trocando experiências.

Esta dissertação aborda as variações da estrutura da comunidade zooplanctônica e das características limnológicas e climatológicas no eixo Banhado-Lagoa interna, no Sistema Hidrológico do Taim. A dissertação é composta por uma introdução geral, por dois capítulos com formato de artigo científico e pelas considerações finais. A introdução contextualiza as áreas úmidas, em especial, os banhados e o Sistema Hidrológico do Taim. O capítulo 2 enfoca a variação horizontal e temporal da estrutura da comunidade zooplanctônica no eixo Banhado-Lagoa. O capítulo 3 trata da variação das características ambientais e sua relação com a comunidade de zooplâncton. Os capítulos foram elaborados de acordo com as normas da Acta Limnologica Brasiliensia, contendo introdução, material e métodos, resultados, discussão e referências citadas. As considerações finais representam uma avaliação das observações no contexto do conhecimento de base.

Áreas úmidas

O significado técnico do termo áreas úmidas ou terras úmidas (do inglês, *wetlands*) inclui uma vasta gama de ecossistemas, indo desde áreas que nunca são alagadas, até áreas que estão sempre submersas por lâmina d'água alta. As definições e os termos relacionados às áreas úmidas são muitos, e em sua maioria, confusos. Como as características das áreas úmidas situam-se num contínuo entre as de ambientes aquáticos e terrestres, as definições tendem a ser arbitrárias (Mitsch & Gosselink, 1993). No entanto, as características mais notáveis que permitem distinguí-las dos ambientes aquáticos e terrestres são a presença de água (hidrologia), os solos com características hídricas (solo) e a vegetação adaptada ou tolerante aos solos saturados (biota) (Mitsch & Gosselink, 1993; Hammer, 1996).

A Convenção de Ramsar é uma cooperação internacional visando à conservação de áreas úmidas e de aves aquáticas (Cidade de Ramsar, Irã, Fevereiro de 1971). Para efeito desta convenção, são consideradas áreas úmidas: pântanos, charcos, turfas ou corpos de água, naturais ou artificiais, permanentes ou temporários, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo estuários, planícies costeiras inundáveis, ilhas e áreas marinhas costeiras com menos de seis metros de profundidade na maré baixa. A seleção das áreas úmidas de importância internacional deve fundamentar-se em critérios gerais e/ou específicos, em termos ecológicos, botânicos, zoológicos ou hidrológicos, dando-se prioridade àquelas áreas que sejam relevantes, em qualquer época do ano, para aves aquáticas, migratórias ou não. O Brasil acatou o texto da Convenção de Ramsar apenas aos 24 de Fevereiro de 1993, designando cinco zonas a serem incluídas na Lista de Áreas Úmidas de Importância Internacional: Ilha do Bananal (TO), Lagoa do Peixe (RS), Mamirauá (AM), Pantanal Mato-grossense (MT) e

Reentrâncias Maranhenses (MA), totalizando 45.366.230 Km² de área (www.ramsar.org).

Dependendo das características das áreas úmidas e da região do país onde ocorrem podem receber várias denominações, tais como alagado, banhado, brejo, charco, faxinal, igapó, pantanal, restinga, várzea, entre outras. O termo “banhado” tem um significado popular muito abrangente, sendo utilizado para a denominação de terras alagadas e/ou alagáveis, com fauna e flora bem características e adaptadas a este sistema (Irgang & Gastal Jr., 1996). A palavra banhado provém do termo espanhol *bañado*, devido a influência dos países vizinhos. Portanto, é bastante difundida no Rio Grande do Sul, onde estes ecossistemas ocupam, ou ocupavam, grandes extensões da zona costeira e também de regiões mais internas. É necessário esclarecer que o termo banhado (do inglês, *marsh*) corresponde a apenas um dos tipos de ambientes incluídos na categoria áreas úmidas.

Impactos sobre áreas úmidas costeiras

As áreas úmidas apresentam características físicas e químicas que determinam funções essenciais ao equilíbrio e à sustentabilidade dos ecossistemas. Estas funções, especialmente dos banhados de planícies de inundação, são o aprisionamento do carbono, o amortecimento de cheias à jusante, a retenção de sedimentos e nutrientes antes que alcancem os corpos d'água, entre outras (Barker *et al.*, 1996 *apud* Giovannini, 2003). O desconhecimento destas funções e sua importância conduziram à conversão de grande parte dos banhados do mundo em terras agrícolas e urbanas (Giovannini, 2003). Atualmente, estes ambientes vêm

sendo valorizados, mas ainda sofrem uma série de impactos que reduziram drasticamente sua área total.

As atividades impactantes sobre estes ecossistemas variam bastante de acordo com a região em que ocorrem. Nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil a expansão urbana é o principal agente impactante, na região Sul ocorre principalmente no litoral norte do Rio Grande do Sul e litoral de Santa Catarina. Nestas áreas urbanizadas, muitas vezes sem planejamento adequado, estes ecossistemas sofrem drenagem para loteamentos e retirada de água para abastecimento da população. Como conseqüências do aumento populacional, surgem outros impactos nas áreas alagadas, como os depósitos de lixo, a descarga de esgotos, a caça furtiva e a retirada da vegetação (Burger, 1999).

Algumas áreas das regiões Sudeste (norte do Rio de Janeiro e Espírito Santo) e Norte (especialmente no Maranhão) são ameaçadas pelo cultivo do arroz irrigado. No litoral sul do Rio Grande do Sul, este é o principal problema dos banhados e lagoas, os quais sofrem drenagem para a irrigação da cultura de arroz (Burger, 1999).

Infelizmente, nas legislações brasileira e gaúcha, as terras úmidas não estão contempladas individualmente. Encontram-se difusas dentro de Resoluções, Portarias, Leis e Decretos, tanto Federais, como Estaduais, os quais abrangem aspectos ligados à proteção ambiental e às águas (Giovannini, 2003). Portanto, as terras úmidas do Estado do Rio Grande do Sul estão protegidas por legislação não específica, devendo ser acrescentadas novas normas e leis que tenham por base informações científicas que venham a ser geradas (Giovannini, 2003), facilitando o gerenciamento dos recursos associados.

Distribuição dos banhados e lagoas na zona costeira brasileira

O uso da água em regiões costeiras brasileiras está ligado diretamente à presença de banhados e lagoas de água doce. A maioria destes banhados e lagoas é encontrada nos Estados do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, sendo considerados como um dos conjuntos de ecossistemas aquáticos continentais mais representativos do país (Esteves, 1998).

Os banhados e lagoas, em sua grande maioria, ocorrem associados uns com os outros e também com outros tipos de ecossistemas existentes na zona costeira, como mangues, estuários, deltas e restingas. Na Região Sul, os banhados estão associados a rios e lagoas costeiras apresentando uma grande variedade de comunidades vegetais macrofíticas que variam segundo o regime hidrológico, dentre outras características físicas de cada ambiente.

A Planície Costeira do RS e o Sistema Hidrológico do Taim

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul, que inclui o Sistema Hidrológico do Taim, situa-se entre os paralelos 29°12' e 33°48' de latitude sul e os meridianos de 49°40' e 53°30' de longitude oeste. Possui uma extensão aproximada de 640 km e abrange uma superfície de 22.740 Km² de terras emersas e 14.260 km² de superfícies de lagoas e lagunas, num total de 37.000 km². Tem maior importância pela sua superfície, a Laguna dos Patos com 9.280 km², a Laguna Mirim com 3.520 km² e a Lagoa Mangueira com 802 km², enquanto as demais somam 660km² (Schwarzbald & Schäfer, 1984). O Sistema Hidrológico do Taim (2.254 km²), que inclui o Banhado do Taim, faz parte de uma região de áreas alagáveis contínuas, caracterizada por banhados e lagoas de água doce. Este sistema localiza-se nos

municípios de Santa Vitória do Palmar e Rio Grande, sul do Estado do Rio Grande do Sul (Motta Marques *et al.*, 2002). O Sistema Hidrológico do Taim é assim denominado, pois suas características hidrológicas não o caracterizam como uma bacia hidrográfica propriamente dita. Em função da evolução geológica desta área, a hidrologia regional caracteriza-se pela inexistência de uma rede de drenagem bem definida. Predominam lagoas e banhados interligados por uma extensa rede de arroios e canais (Villanueva, 1997).

Devido às condições climáticas, edáficas e morfológicas favoráveis da Planície Costeira do RS, a cultura do arroz irrigado está associada aos seus banhados e lagoas. Os impactos provocados pelo cultivo do arroz irrigado sobre banhados e outros sistemas em áreas úmidas podem incluir: a redução de ecossistemas naturais (drenagem do solo e retirada da vegetação, principalmente por queimadas); a compactação, redução da porosidade e salinização do solo; a variação do nível do lençol freático; a eutrofização; a erosão e/ou assoreamento; os riscos de contaminação por derrame de combustível e outros produtos; riscos decorrentes da monocultura; a contaminação por agrotóxicos (no ambiente e nos seres humanos); a escassez da oferta de água; a contaminação ambiental (localizada em grandes áreas); o dispêndio excessivo de água e energia; a redução do potencial de uso agrícola da área; e a redução do potencial de outros usos da área, tais como turismo, lazer, pesca, entre outros (Chomenko, 1997).

A cultura do arroz irrigado no Sistema Hidrológico do Taim pode provocar alterações hidrológicas, visto que o método de irrigação por inundação contínua tem uma elevada demanda de água, a qual é fornecida por levantes hidráulicos que bombeiam água das Lagoas para um sistema de canais de distribuição. Ademais, a

manutenção da produtividade desta cultura requer a permanência de uma lâmina de água sobre o plantio por um longo período (~100 dias) (Motta Marques *et al.*, 2002).

As alterações dos níveis d'água, atribuídas tanto a eventos naturais, como ao uso do recurso água no Sistema Hidrológico do Taim, podem levar a mudanças significativas das funções do banhado, tais como padrões de comunidades, riqueza de espécies, produtividade e habitat (Motta Marques *et al.*, 2002).

Estandes de macrófitas aquáticas e as comunidades planctônicas

Associadas a estandes de macrófitas aquáticas existem comunidades planctônicas, da mesma forma que na vegetação característica das margens de rios e lagoas. A estrutura e as funções associadas a estas comunidades podem estar diretamente influenciadas por espécies, composição de espécies, sombreamento e alelopatia destes estandes (van Donk & van de Bund, 2001), assim como por mecanismos indiretamente influenciados pelas macrófitas, tais como perfil, velocidade, direção de fluxo, nível d'água, sua permanência no estande e a tipologia geral dos fatores físicos (Motta Marques *et al.*, 1997).

O entendimento desta relação de estandes de macrófitas com as comunidades planctônicas e os efeitos potenciais das alterações naturais ou antropogênicas dos níveis de água no banhado, permitem o conhecimento de comunidades típicas, como também, desvendar a complexidade de sistemas tidos como altamente produtivos, mas simples, fornecendo elementos para a gestão dos recursos dentro do sistema hidrológico em questão. Além desta potencialidade de efeitos intra banhado, é reconhecido que o Banhado do Taim é um sistema de passagem de água de uma lagoa (Lagoa Mangueira) para outra lagoa (Lagoa

Mirim), associado a uma vasta área de monocultura de arroz irrigado, aumentando assim, a sua complexidade e possível papel modificador desta água (Motta Marques *et al.*, 2002).

O zooplâncton do ecossistema costeiro de água doce do RS

O conhecimento sobre o zooplâncton do ecossistema costeiro de água doce do Rio Grande do Sul é bastante restrito. Apenas alguns estudos foram realizados na Lagoa de Tramandaí (Closs & Madeira, 1967), Lagoa Negra (Falavena, 1985), Lagoa Emboaba (Bohrer, 1985; Spohr-Bacchin, 1994), Lagoa Caconde (Güntzel, 1995), nas lagoas Marcelino-Passo (Pedrozo, 2000) e na Lagoa Itapeva (Cardoso, 2001). Recentemente, na Lagoa dos Patos, Boxshall *et al.* (2002) e Montú & Boxshall (2002) registraram o novo gênero de copépodo parasita, *Gauchergasilus*, dedicado aos gaúchos do Brasil, Uruguai e Argentina.

A escassez de informações sobre o zooplâncton de ambientes costeiros de água doce, aliada às características particulares do Sistema Hidrológico em questão, tornam de extrema necessidade o conhecimento da estrutura das comunidades e dos padrões de variabilidade associados a estas.

Hipóteses

Os sistemas banhado e lagoa apresentam diferenças estruturais que influenciam as variações das características hidrológicas e limnológicas, assim como das comunidades aquáticas. Portanto, pode-se hipotetizar que:

-
- a estrutura da comunidade zooplanctônica varia no eixo Banhado-Lagoa interna, horizontalmente e temporalmente;
 - as características ambientais variam no eixo Banhado-Lagoa interna, horizontalmente e temporalmente;
 - as mudanças na estrutura da comunidade zooplanctônica apresentam relação com a variação das características ambientais.

Objetivo geral

Caracterizar a estrutura da comunidade zooplanctônica e analisar sua variação horizontal e temporal num eixo formado por uma área livre de vegetação (Lagoa Jacaré), uma área vegetada por densos estandes de macrófitas (porção do Banhado do Taim adjacente à lagoa) e uma zona de transição entre estas áreas, e verificar a relação das características ambientais com estas comunidades de forma a contribuir com elementos para a definição de regras adequadas ao uso dos recursos hídricos desta área.

Objetivos específicos

- Identificar a composição de espécies das comunidades presentes, de modo a gerar conhecimento sobre a fauna zooplanctônica da área da Estação Ecológica do Taim.
- Verificar os táxons constantes, acessórios e acidentais, bem como os táxons abundantes e dominantes.

-
- Caracterizar e comparar a comunidade de zooplâncton quanto à variação horizontal e temporal da riqueza, diversidade e densidade no eixo Banhado-Lagoa.
 - Verificar as flutuações horizontais e temporais das características ambientais no eixo Banhado-Lagoa.
 - Observar as associações existentes entre as características ambientais e a comunidade de zooplâncton.
 - Verificar padrões horizontais e temporais de variação tanto da comunidade, quanto das características ambientais, visando identificar um potencial gradiente no eixo Banhado-Lagoa.

Área de estudo

O Banhado do Taim é uma área muito plana, de aproximadamente 170 km², com uma ligeira declividade no sentido oeste a leste, e no sentido sul a norte. Situa-se entre 2 m e 2,5 m sobre o nível do mar e inclui duas lagoas internas, Nicola e Jacaré (Motta Marques *et al.*, 2002). A Bacia da Lagoa Mirim, na qual se insere o Banhado do Taim, é uma bacia trans-fronteiriça partilhada por Brasil e Uruguai (Figura 1).

A evolução geológica da região onde hoje se encontra o Banhado do Taim apresentou um padrão cíclico nos eventos deposicionais, relacionados às oscilações do nível do mar. Durante o máximo transgressivo (5,1 ka; ka=milhares de anos), esta região encontrava-se submersa em um ambiente marinho raso, com o nível do mar cinco metros acima do nível atual. Uma livre comunicação entre a Lagoa Mirim e o Oceano Atlântico instalou-se sobre a paleodrenagem (vales afogados). Grande

quantidade de sedimentos começa a ser retrabalhada pela ação das ondas incidentes, iniciando a formação de um esporão arenoso, com cerca de 100 Km de extensão, orientado paralelamente à linha de costa e ancorado nas áreas emersas, condicionado principalmente pela deriva litorânea. O paleoclima apresentava-se quente, semi-árido, com pouco aporte de água doce. Nos sedimentos lamosos, ficaram preservados diversos fósseis (moluscos e crustáceos) e microfósseis (foraminíferos e ostracodes) marinhos, indicando a influência predominante deste ambiente. Dentro de uma tendência transgressiva (entre 2,0 e 2,5 ka) caracterizada pela progradação da linha de costa por acresção de feixes de cordões litorâneos, ocorreu nova subida do nível do mar e reativação do paleocanal. Com isso, os cordões recém formados foram erodidos e truncados, favorecendo o desenvolvimento de vegetação nas depressões e reentrâncias, formando localmente espessas camadas de turfas. Novamente o mar recuou, estabilizando-se abaixo do nível atual (Buchmann, 1997).

O Sistema Hidrológico do Taim está composto por vários subsistemas. O Subsistema Norte é composto pelas lagoas Caiubá e das Flores e pelo Banhado do Maçarico, este último com afluência para a Lagoa das Flores (Figura 1). Este subsistema tem área total de 387 km². O Subsistema Banhado é composto pelas lagoas Nicola e Jacaré na sua parte norte, próxima do exutório do Sistema Taim. Este subsistema tem área total de 270 km² e o fluxo é caracterizado pelas baixas velocidades superficiais devido à existência de macrófitas aquáticas e biomassa considerável. A saída da água acontece pelas comportas no extremo norte, em direção à Lagoa Mirim. O Subsistema Sul é formado pela Lagoa Mangueira e sua bacia de contribuição; a área de contribuição da lagoa propriamente dita é próxima de 1597 km². Este sistema é caracterizado pelas oscilações periódicas dos níveis da

lagoa devido à ação dos ventos, que predominam nos sentidos NE e SO. A união do Subsistema Sul com o Subsistema Banhado ocorre através de um canal junto a BR 417 por escoamento concentrado, e da interface lagoa-banhado por escoamento difuso (Motta Marques, 2002).

Segundo o Sistema de Köppen-Geiger de Classificação Climática (Strahler & Strahler, 1997), a região onde se insere o Banhado do Taim apresenta clima do tipo Cfa. Este clima caracteriza-se por apresentar precipitação distribuída em todos os meses ao longo do ano. As temperaturas dos meses mais quentes são em média superiores a 22°C, enquanto que as dos meses mais frios variam entre 18 e -3°C. Esta região costeira apresenta precipitação anual de 1.300 mm e sofre forte ação dos ventos, a direção predominante é a de origem Nordeste (Moreno, 1961).

A vegetação macrofítica do banhado é bastante diversa, com a ocorrência de 126 espécies de variadas formas biológicas, tais como anfíbias, flutuantes fixas, flutuantes livres, submersas fixas, submersas livres, emergentes e epífitas (Irgang *et al.*, 1984). São predominantes as macrófitas flutuantes *Salvinia herzogii*, *Azolla caroliniana*, *Lemna valdiviana*, *Pistia stratiotes*, *Wolffiella oblonga*, *Alternanthera philoxeroides*, *Spirodela intermedia* e *Limnobium laevigatum*; e as macrófitas emergentes *Scirpus giganteus*, *Scirpus californicus* e *Zizaniopsis bonariensis* (Motta Marques *et al.*, 2002).

A ictofauna do Sistema Hidrológico do Taim apresenta como grupos mais freqüentes os lambaris (*Astyanax*), os dentudos (*Oligosarcus*), os peixes-rei (*Odontesthes*), o birú (*Cyphocarax voga*) e a traíra (*Hoplias*), e uma riqueza de aproximadamente 30 espécies (Bemvenuti, 2002).

Na década de 70, foram iniciados esforços em nível de governo federal visando à proteção de sistemas de terras úmidas, sendo alvo imediato o

ecossistema do Banhado do Taim. Em 26 de abril de 1978, foi decretada pelo Presidente da República, como de utilidade pública, a área de 33.815 ha entre a Lagoa Mirim e o Oceano Atlântico, na qual foi implantada a Estação Ecológica do Taim (ESEC-Taim), compreendendo praias oceânicas, dunas, campos, matas, lagoas, e principalmente, banhados e alagados. Posteriormente, foi decretada como Unidade de Conservação em 21 de julho de 1986 (Decreto Federal nº92.963) (Motta Marques *et al.*, 2002). No ano de 2003, foi incorporada aos limites da ESEC Taim uma área aproximada de 77.540 ha (Decreto Federal de 05 de Junho de 2003) (www.ibama.gov.br).

A região do Taim encontra-se livre de contaminação por indústrias e esgotos domésticos. Os agentes impactantes, em larga escala, estão ligados à cultura do arroz irrigado, a qual pode conduzir à lixiviação de agrotóxicos e fertilizantes para as águas do sistema, assim como a alterações dos níveis em função de drenagens para irrigação. Outros agentes locais incluem a pecuária, a pesca e a indústria madeireira.

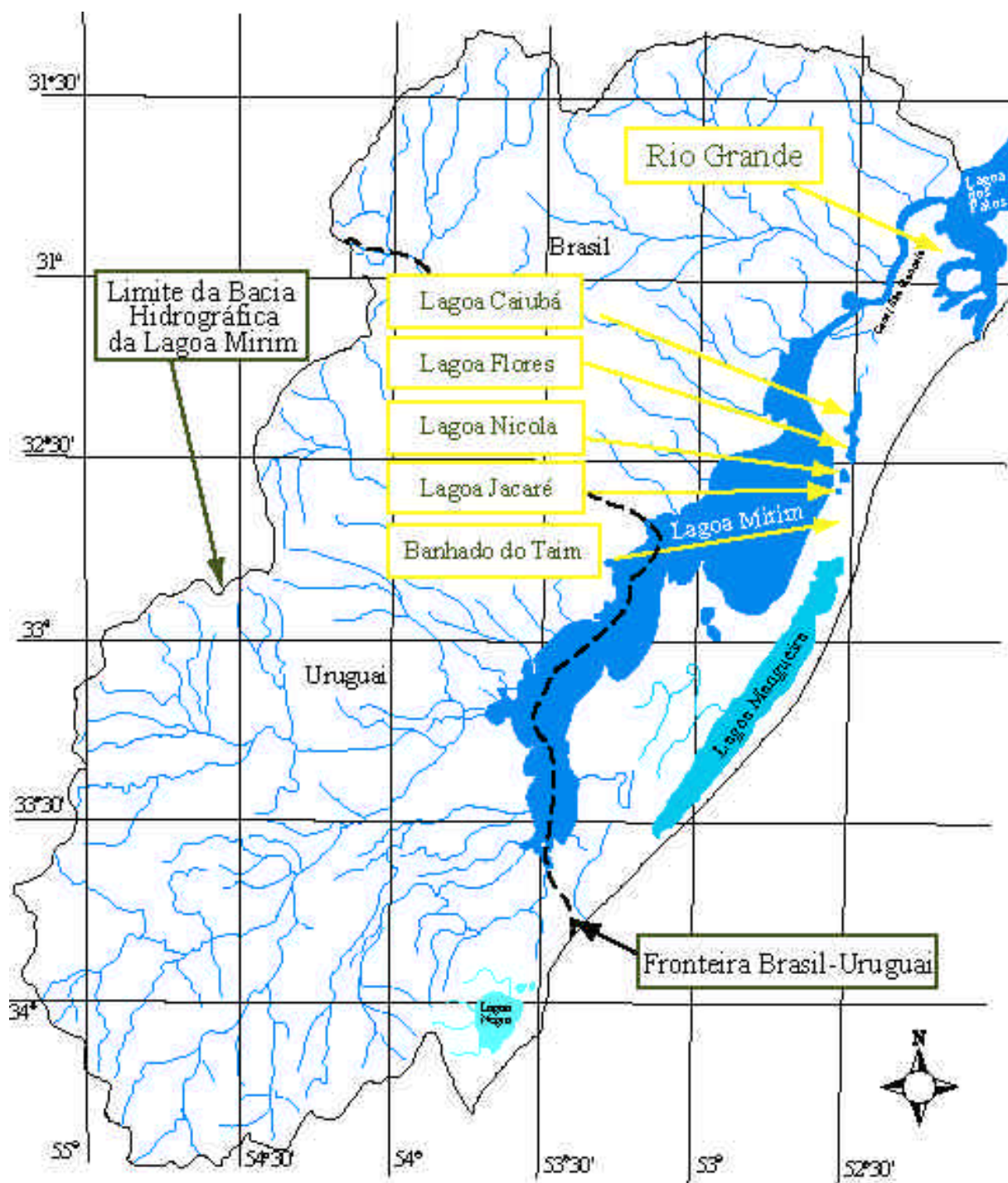


Figura 1 Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim e região de inserção do Sistema Hidrológico do Taim, RS, com a localização das lagoas que o compõem.

Referências citadas

- Barker, J. R., Baumgardner, G. A., Turner, D. P., Lee, J. J. 1996. Carbon dynamics of the conservation and wetland reserve programs. *Journal of Soil and Water Conservation*, 51 (4): 340-346.
- Bemvenuti, M. A. 2002. Caracterização bioecológica da fauna de peixes do Sistema Hidrológico do Taim. In: Motta Marques, D. M. L. (coord.). Sistema Hidrológico do Taim Site 7 - Relatório PELD/CNPq Outubro 2001/Setembro 2002. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre, 43p.
- Bohrer, M. B. C. 1985. Estudos das populações de Cladocera da Lagoa Emboaba, Tramandaí, RS (Crustacea, Brachiopoda). Porto Alegre, UFRGS, 170p. (Dissertação).
- Boxshall, G. A., Araújo, H. M. & Montú, M. A. 2002. A new species of *Ergasilus* Nordmann, 1832 (Copepoda, Ergasilidae) from Brazil. *Crustaceana*, 75 (3-4): 269-27.
- Buchmann, F. S. C. 1997. Banhado do Taim e Lagoa Mangueira: evolução holocênica da Paleoembocadura da Lagoa Mirim. Porto Alegre, UFRGS, 155p. (Dissertação).
- Burger, M. I. 1999. Situações e ações prioritárias para a conservação de banhados e áreas úmidas da zona costeira. Disponível em: <<http://www.bdt.org.br>>. Acesso em: Junho 2003.
- Cardoso, L. S. 2001. Variações da estrutura planctônica da Lagoa Itapeva (Sistema Lagunar Costeiro do Rio Grande do Sul) em função da hidrodinâmica. Porto Alegre, UFRGS, 466p. (Tese).
- Chomenko, L. 1997. Fundação Estadual de Proteção do Meio Ambiente/RS.
- Closs, D. & Madeira, M. 1967. Foraminíferos e tecamebas aglutinantes da Lagoa de Tramandaí, no Rio Grande do Sul. *Iheringia, Sér. Zool.*, 35: 7-31.
- Esteves, F. A. 1998. Fundamentos de limnologia. Interciência, Rio de Janeiro. 602p.
- Falavena, M. A. 1985. Composição e variações sazonal e espacial dos copépodos planctônicos (Crustacea, Copepoda) na Lagoa Negra – município de Viamão, RS, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.*, 65: 3-30.
- Giovannini, E. 2003. Características de solo e vegetação, e proposta de método para o delineamento de terras úmidas do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS, 226p. (Tese).

- Güntzel, A. M. 1995. Estrutura e variação espaço-temporais da comunidade zooplânctonica na Lagoa Caconde, Osório, RS. Porto Alegre, UFRGS, 128p. (Dissertação).
- Hammer, D. 1996. Creating freshwater wetlands. Lewis, Boca Raton. 406p.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: outubro 2003.
- Irgang, B. E. & Gastal Jr., C. V. S. 1996. Macrófitas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul. Edição dos autores, Porto Alegre. 290p.
- Irgang, B. E.; Pedralli, G. & Waechter, J. L. 1984. Macrófitos aquáticos da Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Roessléria* 6 (1): 395-404.
- Mitsch, W. J. & Gosselink, J. G. 1993. Wetlands. Van Nostrand Reinhold, New York. 722p.
- Montú, M. A. & Boxshall, G. A. 2002. *Gauchergasilus*, a new genus for *Ergasilus euripedesi* Montú, 1980, an abundant copepod from the Patos Lagoon in southern Brazil. *Systematic Parasitology*, 51: 21-28.
- Moreno, J. A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. *Boletim Geográfico do Estado do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre 6 (11): 49-54.
- Motta Marques, D. M. L. (coord.). 2002. Sistema Hidrológico do Taim Site 7 - Relatório PELD/CNPq Outubro 2001/Setembro 2002. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre, 176p.
- Motta Marques, D. M. L., Tucci, C., Calazans, D., Callegaro, V. L. M., Villanueva, A. 2002. O Sistema Hidrológico do Taim Site 7. pp. 127-144. In: Seeliger, U., Cordazzo, C., Barbosa, F. (eds.) *Os Sites e o Programa Brasileiro de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração*. Belo Horizonte.
- Motta Marques, D. M. L., Irgang, B., Giovannini, S. G. T. 1997. A Importância do Hidroperíodo no Gerenciamento de Água em Terras Úmidas (*Wetlands*) com Uso Múltiplo: o caso da Estação Ecológica do Taim. In: *anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Vitória. p. 1-8. v.3.
- Pedrozo, C. S. 2000. Avaliação da qualidade ambiental das lagoas da planície costeira do Rio Grande do Sul com ênfase na comunidade zooplanctônica. São Carlos, UFSCar, 241p. (Tese).
- Ramsar. Disponível em: <<http://www.ramsar.org>>. Acesso em: Agosto 2003.

-
- Schwarzbald, A. & Schäfer, A. 1984. Gênese e morfologia das Lagoas Costeiras do Rio Grande do Sul - Brasil. *Amazoniana*, 9 (1): 87-104.
- Spohr-Bacchin, M. 1994. A comunidade zooplanctônica da Lagoa Emboaba, Tramandaí, RS: estrutura e variação sazonal. Porto Alegre, UFRGS, 112p. (Dissertação).
- Strahler, A. N. & Strahler, A. H. 1997. *Geografia Física*. Omega, Barcelona. 550p.
- van Donk, E. & van de Bund, W. J. 2001. Impact of submerged macrophytes including charophytes on phyto-and zooplankton communities: allelopathy versus other mechanisms. *Aquatic Botany*, 1524: 1-14.
- Villanueva, A. O. N. 1997. Simulação de áreas de inundação dinâmicas: canais compostos e wetlands. Porto Alegre, UFRGS, 125p. (Tese).

CAPÍTULO 2. VARIAÇÃO HORIZONTAL E TEMPORAL DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA ASSOCIADA A BANHADO E LAGOA INTERNA NO SISTEMA HIDROLÓGICO DO TAIM, COSTA SUL DO RIO GRANDE DO SUL

INTRODUÇÃO

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul, onde se encontra o Sistema Hidrológico do Taim, situa-se entre os paralelos 29°12' e 33°48' de latitude sul e os meridianos de 49°40' e 53°30' de longitude oeste. Possui uma extensão aproximada de 640 km e abrange uma superfície aproximada de 22.740 Km² de terras emersas e 14.260 km² de superfícies de lagoas e lagunas, num total de 37.000 km² (Schwarzbald & Schäfer, 1984).

Devido às condições climática, edáfica e morfológica favoráveis da Planície Costeira do RS, a cultura do arroz irrigado está associada aos seus banhados e lagoas. No Sistema Hidrológico do Taim, a retirada de água da Lagoa Mangueira para irrigação leva ao rebaixamento do nível d'água no sistema. As alterações dos níveis d'água, atribuídas tanto a eventos naturais, como ao uso do recurso água no Sistema Hidrológico do Taim, podem levar a mudanças significativas das funções do banhado, tais como padrões de comunidades, riqueza de espécies, produtividade e habitat (Motta Marques *et al.*, 2002). Contudo, não há estudos no Brasil, que verifiquem o impacto destas culturas sobre as comunidades planctônicas em banhados. No entanto, Dodson (2001) examinou a estrutura da comunidade de

zooplâncton nos banhados e lagoas de Wisconsin (USA), e identificou a redução da riqueza de espécies e a diminuição da taxa de reprodução sexual de *Daphnia* em locais impactados pela agricultura.

O Banhado do Taim apresenta densos estandes de macrófitas aquáticas e associadas a estes, comunidades planctônicas, da mesma forma que na vegetação característica das margens de rios e lagoas. Além da influência das alterações dos níveis d'água, as comunidades podem estar diretamente influenciadas por espécies, composição de espécies, sombreamento e alelopatia dos estandes (van Donk & van de Bund, 2001), assim como por mecanismos indiretamente influenciados pelas macrófitas, tais como perfil, velocidade, direção de fluxo, nível d'água, sua permanência no estande e a tipologia geral dos fatores físicos (Motta Marques *et al.*, 1997).

A zona litoral de muitos lagos de água doce sustenta elevada abundância e diversidade de organismos zooplanctônicos que habitam os sedimentos, a superfície das macrófitas e a coluna d'água. O zooplâncton da zona litoral influencia a dinâmica algal, além de servir como importante fonte alimentar para peixes e muitos invertebrados (Paterson, 1993). Para o entendimento das interações entre as comunidades e o seu papel na cadeia trófica, é importante determinar sua distribuição no espaço e no tempo.

O entendimento da relação dos estandes de macrófitas com as comunidades planctônicas e os efeitos potenciais das alterações naturais ou antropogênicas dos níveis de água no banhado levam ao conhecimento de comunidades típicas. O Banhado do Taim é um sistema de passagem de água de uma lagoa (Lagoa Mangueira) para outra lagoa (Lagoa Mirim), associado a uma vasta área de

monocultura de arroz irrigado, aumentando assim a sua complexidade e possível papel modificador desta água (Motta Marques *et al.*, 2002).

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a estrutura da comunidade zooplanctônica e verificar sua variação horizontal e temporal num eixo formado por uma área livre de vegetação (Lagoa Jacaré), uma área vegetada (porção do Banhado do Taim adjacente à lagoa), e uma zona de transição entre estas, bem como demonstrar padrões de variação no eixo Banhado-Lagoa.

Área de estudo

O Sistema Hidrológico do Taim (2.254 km²), que inclui o Banhado do Taim, faz parte de uma região de áreas alagáveis contínuas, caracterizada por banhados e lagoas de água doce, em uma dinâmica de baixo relevo entre o Oceano Atlântico e a Lagoa Mirim (32° 20' e 33° S e 52° 20' e 52° 45'W) (Figura 2 e Figura 3). Este sistema localiza-se nos municípios de Santa Vitória do Palmar e de Rio Grande, sul do Estado do Rio Grande do Sul. O Banhado do Taim é uma área muito plana, de aproximadamente 170 km², com uma ligeira declividade no sentido oeste a leste, e no sentido sul a norte. Situa-se entre 2 m e 2,5 m sobre o nível do mar e inclui duas lagoas internas, Nicola e Jacaré. O fluxo da água no banhado é caracterizado pelas baixas velocidades superficiais devido à presença das macrófitas aquáticas e de biomassa considerável (Motta Marques *et al.*, 2002). A Lagoa Jacaré é um sistema lagunar raso, com uma área de aproximadamente 1,45 km² (Schwarzbold & Schäfer, 1984).

MATERIAL E MÉTODOS

Locais de amostragem

O estudo foi conduzido na Lagoa Jacaré (interna ao Banhado do Taim) e na porção de banhado adjacente à lagoa, situados na Estação Ecológica do Taim (ESEC Taim), Sistema Hidrológico do Taim, RS (Figura 2 e Figura 3). Para verificar a variação horizontal e temporal do zooplâncton foi definida uma transecção Banhado-Lagoa, composta por três pontos de amostragem: Banhado (UTM 354153,6391087), Interface (UTM 354106,6391200) e Lagoa (UTM 353894,6391403). O ponto Banhado (Figura 4) localiza-se na área de estandes de macrófitas, o ponto Lagoa (Figura 6), na área livre de vegetação, e o ponto Interface (Figura 5), na zona de transição entre a área vegetada e a área livre.

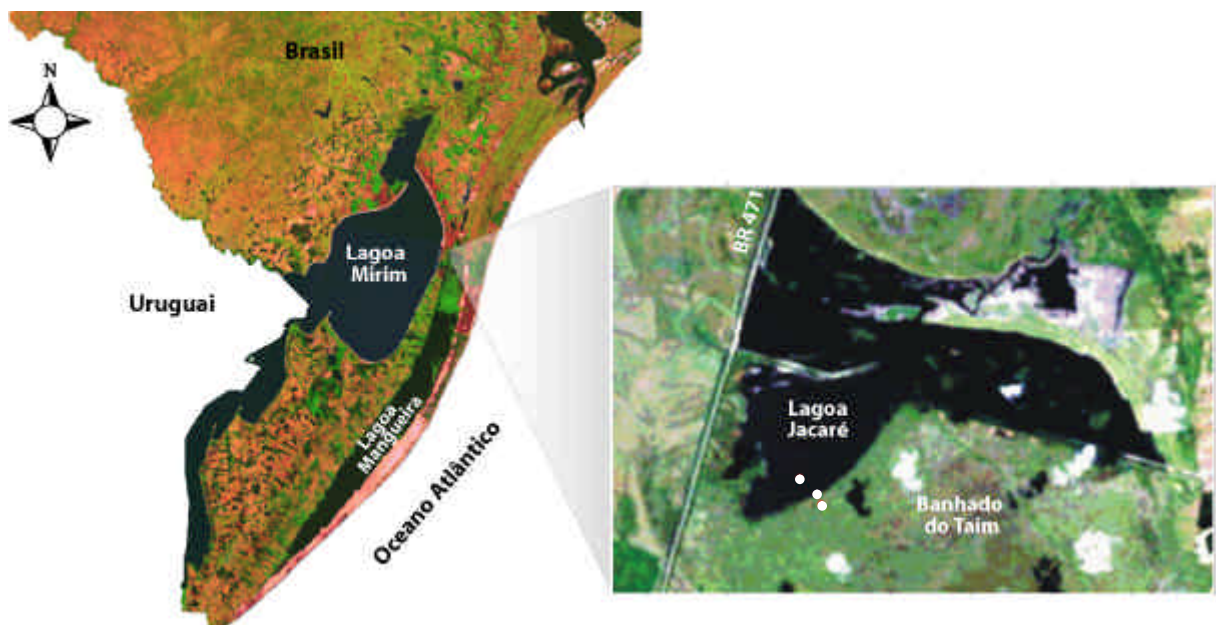


Figura 2: Localização do Sistema Hidrológico do Taim, RS. No detalhe, a área de estudo e os pontos de amostragem no eixo Banhado-Lagoa.

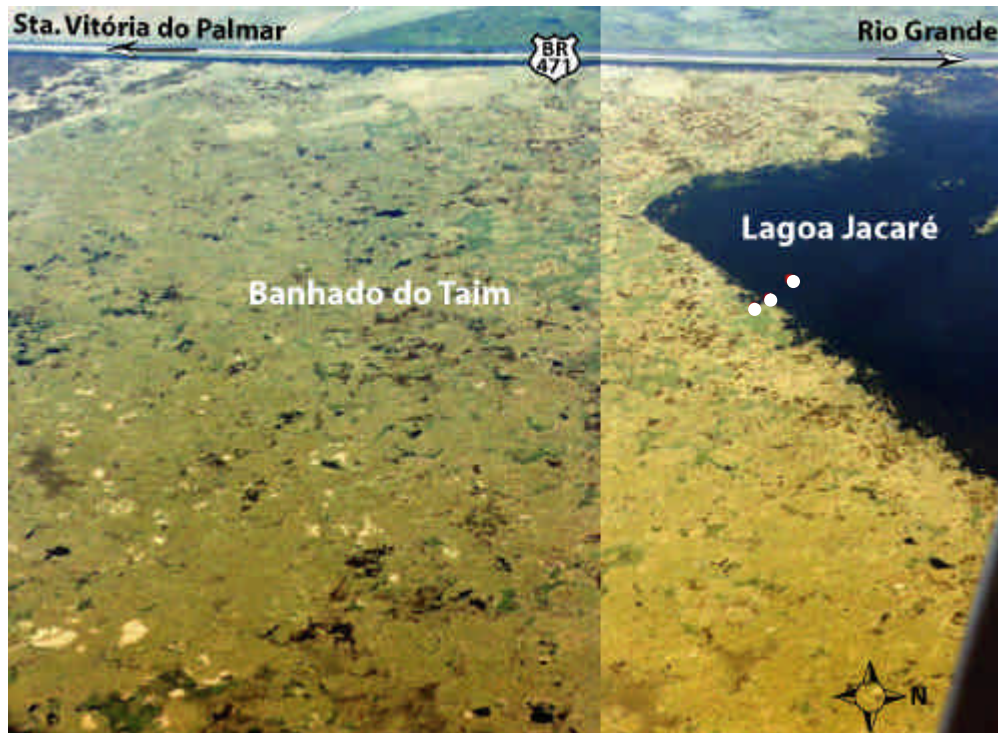


Figura 3: Fotografia aérea do Banhado do Taim e da Lagoa Jacaré, Sistema Hidrológico do Taim, RS. Em branco, os pontos de amostragem.



Figura 4: Vista do ponto Banhado, Sistema Hidrológico do Taim, RS.



Figura 5: Vista do ponto Interface, Sistema Hidrológico do Taim, RS.



Figura 6: Vista do ponto Lagoa, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

Delineamento amostral

As amostragens foram realizadas trimestralmente, ao longo de um ano, em intervalos de 12 horas, de modo a contemplar um ciclo completo anual e diário.

Portanto, utilizou-se o seguinte delineamento amostral:

–coletas trimestrais

13/Agosto/2002 – Inverno

18/Novembro/2002 - Primavera

11/Fevereiro/2003 - Verão

10/Junho/2003 – Outono

–coletas diárias

período diurno (12h)

período noturno (24h)

–pontos amostrais

Banhado, Interface e Lagoa

Durante a amostragem de Fevereiro/2003, não foi possível realizar a coleta no ponto Banhado devido a um rebaixamento da lâmina d'água, expondo os bancos de macrófitas e impossibilitando assim o acesso ao local. Ademais, o ponto Banhado não apresentava lâmina d'água para a amostragem tanto do zooplâncton, quanto da água para a obtenção de dados relativos às variáveis ambientais.

Amostragem do zooplâncton

Foram obtidas amostras compostas da coluna d'água de modo a contemplar as características dos três estratos que a compõem (superfície, meio e fundo). Para obtenção das amostras compostas de zooplâncton foi elaborado, e posteriormente, confeccionado um equipamento de amostragem formado por três bombas elétricas Bilge Pump Rule® com vazão de 1100 GPH (galões por hora) acopladas a um cano de PVC (Figura 7A). As bombas eram ajustadas para superfície, meio e fundo, de acordo com a profundidade do local da coleta. Foram filtrados 3000 l de água em rede de 90 µm de abertura de malha (Figura 7B) e concentrados em frascos de 300 ml. O material coletado foi fixado com formol a 4% neutralizado com bórax.

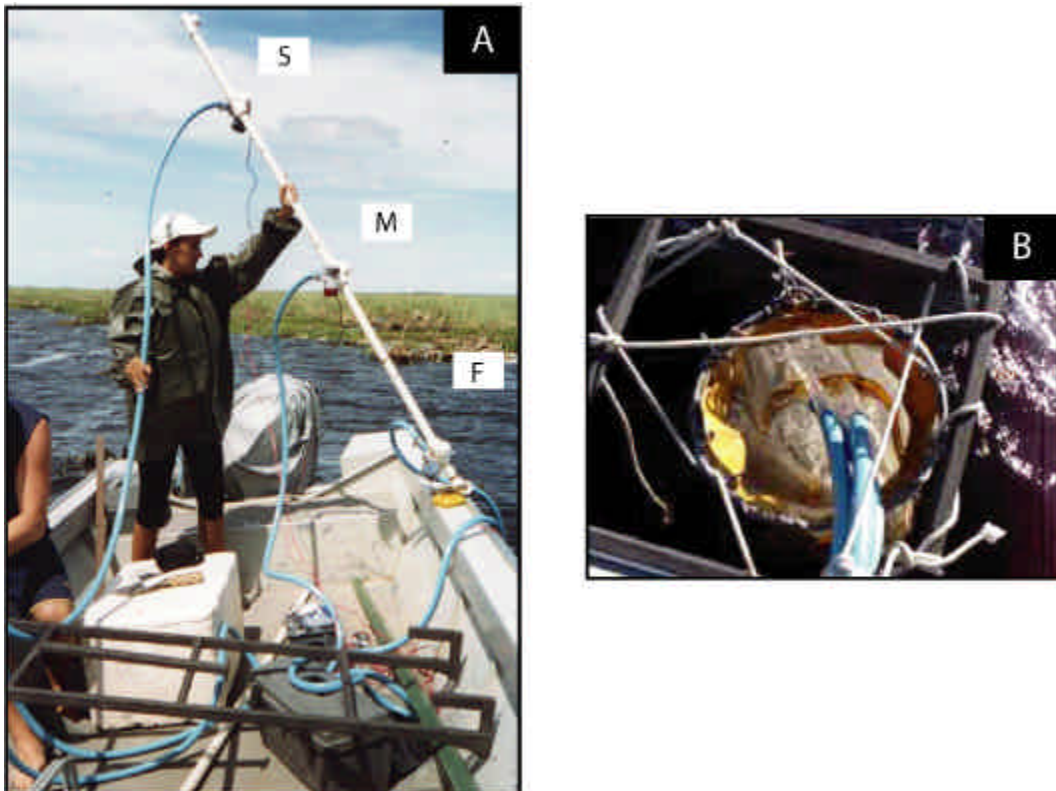


Figura 7: equipamentos utilizados para coleta do zooplâncton (A) bomba elétrica Bilge Pump Rule® em três profundidades S=superfície, M=meio, F=fundo e (B) rede de plâncton de 90 µm de abertura de malha, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

Análises qualitativa e quantitativa do zooplâncton

As análises qualitativa e quantitativa do material foram realizadas em alíquotas de 10% do total da amostra (Montú, comunicação pessoal), através da retirada de subamostras de 10 ml, utilizando-se Câmara de Bogorov sob microscópio estereoscópico Zeiss Jena. A unidade registrada foi indivíduos por metro cúbico (ind./m³). Quando a identificação em microscópio estereoscópico não foi possível, devido à necessidade de dissecação do organismo para visualização da estrutura que define a espécie, no caso dos copépodos adultos, ou ao tamanho muito pequeno dos organismos para a resolução utilizada, utilizou-se lâminas escavadas sob microscópio óptico Zeiss Jena.

Os organismos presentes nas amostras foram identificados em nível específico, as tecamebas e os ostracodes, somente como grupo sistemático. As tecamebas foram as únicas representantes dos protozoários encontradas nas amostras, pois os ciliados, de tamanho pequeno, muitas vezes não são coletados com redes convencionais e estão sujeitos a sofrer ruptura ou distorção quando fixados com formol (Lansac Tôha *et al.*, 1992).

As bibliografias utilizadas para a identificação das espécies de zooplâncton foram as seguintes: para Rotífera, Olivier (1965) e Koste (1978); para Cladocera, Olivier (1962), Smirnov (1974), Montú & Goeden (1986), Smirnov (1996) e El Moor-Loureiro (1997); para Copepoda, Reid (1985), Montú & Goeden (1986) e Rocha & Matsumura-Tundisi (1976).

Análise da estrutura da comunidade zooplanctônica

A estrutura da comunidade zooplanctônica foi avaliada em relação à composição específica, constância, flutuações espaciais e temporais de densidade absoluta e relativa, abundância e dominância, riqueza e diversidade taxonômica, e padrões de distribuição espacial e temporal.

O Índice de Constância (c) de cada taxón registrado foi determinado através da expressão (Dajoz, 1973):

$$c = (nx100)/N$$

onde:

n= número de amostras contendo o táxon

N= número total de amostras obtidas

Os táxons foram considerados constantes quando ocorreram em mais de 50% das amostras; acessórios, quando registrados entre 25 e 50% das amostras, e acidentais quando presentes em menos de 25% das amostras.

A densidade absoluta corresponde ao número de organismos de cada espécie encontrado na amostra (ind./m³), que foi calculada com a seguinte fórmula (APHA, 1995):

$$n^{\circ} \text{ ind./m}^3 = (C \times V') / (V'' \times V''')$$

onde:

C = número de organismos contados

V' = volume da amostra concentrada

V'' = volume da alíquota (ml)

V''' = volume da amostra coletada (m³)

A abundância relativa foi calculada com a seguinte fórmula:

$$Ar = (N \times 100)/Na$$

onde:

Ar = abundância relativa

N = número de organismos de cada táxon na amostra

Na = número total de organismos na amostra

Os táxons abundantes e dominantes foram determinados com base nos critérios descritos por Lobo & Leighton (1986). Desta forma, os táxons abundantes são considerados aqueles cuja ocorrência numérica supera o valor médio do número total de indivíduos na amostra, e os táxons dominantes, aqueles cuja ocorrência numérica supera 50% do número total de indivíduos na amostra.

A diversidade pode ser avaliada a partir de índices de riqueza de espécies, que são essencialmente uma medida do número de espécies em uma unidade amostral definida; e em índices baseados nas abundâncias proporcionais das espécies, como os índices de Shannon e Simpson, que procuram considerar riqueza e uniformidade, ou seja, a distribuição das abundâncias relativas dos indivíduos dentro de cada espécie (Magurran, 1988).

A riqueza foi considerada como o número de espécies presentes em cada amostra quantificada. A diversidade específica foi calculada através do índice de Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1949 *apud* Krebs, 1987). Este índice foi obtido através da utilização do programa MULTIV (Pillar, 2001), utilizando a seguinte equação:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

onde:

H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener

p_i = proporção de indivíduos encontrados na espécie i -inésima, estimado como n_i/N

n_i = medida da densidade da espécie i -inésima (de cada espécie)

s = número de espécies na amostra

N = número total de indivíduos na amostra

Análises estatísticas dos dados

Visando revelar padrões espaciais e temporais da comunidade de zooplâncton, os dados obtidos foram submetidos à análise exploratória multivariada, através dos métodos de ordenação e agrupamento (Legendre & Legendre, 1998; Podani, 2000). Estas análises foram efetuadas com os dados de densidade das espécies transformados para escala logarítmica. A medida de semelhança utilizada foi distância euclidiana entre unidades amostrais. O agrupamento hierárquico de unidades amostrais foi realizado pelo método de Variância Mínima, também conhecido como Soma de Quadrados (Ward, 1963; Orlóci, 1967). A ordenação das unidades amostrais foi efetuada através de Análise de Coordenadas Principais (PCoA) (Gower, 1966).

Para avaliar a estabilidade dos eixos de ordenação, a nitidez dos grupos gerados e a suficiência amostral dos padrões revelados em ambas análises, foram empregados métodos de auto-reamostragem *bootstrap* (Pillar, 1998, 1999a, 1999b). Tais métodos geram probabilidades que permitem avaliar se os padrões evidenciados são consistentes, bem como a variação destas probabilidades em função do tamanho da amostra. O teste consiste na comparação dos padrões observados aos resultados obtidos através de uma amostragem aleatória (com

reposição) dentro do mesmo universo amostral. A amostra gerada aleatoriamente é chamada de amostra *bootstrap*, e para tanto são realizadas inúmeras iterações. O resultado é um valor de probabilidade que indica a significância dos padrões. A partir do estabelecimento de um limiar de probabilidade, a interpretação é feita pela aceitação ou rejeição da hipótese nula (H_0). As probabilidades foram geradas em 1000 iterações de auto-reamostragem, considerando como limiar para a sua interpretação $P=0,1$. No caso de avaliação de significância dos eixos de ordenação, probabilidades abaixo do limiar indicam que o eixo de ordenação é significativo e merecedor de interpretação (Pillar, 1999b). Na avaliação de nitidez de grupos, probabilidades abaixo do limiar indicam que os grupos são difusos, não nítidos (Pillar, 1999a).

Os pontos e períodos de amostragem descritos pelos dados de riqueza, diversidade e densidade zooplanctônica foram comparados probabilisticamente por análise de variância com teste de aleatorização (Pillar & Orlóci, 1996). As probabilidades foram geradas em 1000 permutações aleatórias. O limiar utilizado para interpretação da H_0 foi $P=0,1$.

Quando são observadas variações da densidade dos organismos entre as amostras, não é adequado comparar diretamente os valores de riqueza específica, pois é de se esperar que quanto maior for o número de indivíduos na amostra, maior será a riqueza observada. Portanto, os dados obtidos foram submetidos ao método de rarefação (Hurlbert, 1971), através da utilização do aplicativo computacional EcoSim (Gotelli & Entsminger, 1999). Este método consiste na amostragem aleatória dentro de cada amostra, tendo como padrão o menor número de indivíduos observado. Para tanto, foram realizadas 100 iterações. Os valores de riqueza

esperada obtidos foram utilizados nas análises de variância entre os pontos e períodos de amostragem.

Para a realização das análises de ordenação, agrupamento e variância foram utilizados os aplicativos computacionais Multiv (Pillar, 2001) e Syncsa (Pillar, 2002).

RESULTADOS

Composição específica

A comunidade zooplanctônica esteve representada por 85 espécies, sendo 31 de rotíferos, 39 de cladóceros e 15 de copépodos. As tecamebas e os ostracodes não foram identificados em nível específico (Tabela I).

Os rotíferos estiveram representados por quatorze famílias, dentre as quais se destacaram pela ocorrência de maior número de espécies, respectivamente: Lecanidae, Trichocercidae, Brachionidae, Testudinellidae e Euchlanidae. A família Lecanidae esteve representada por seis espécies, todas do gênero *Lecane*, o que torna este, o mais representativo dentre os rotíferos. Outro gênero importante foi *Trichocerca*, que representou a família Trichocercidae, com a ocorrência de quatro espécies. Brachionidae também apresentou ocorrência de quatro espécies representadas pelos gêneros *Brachionus* (02 espécies), *Keratella* (01 espécie) e *Platyias* (01 espécie). As famílias Euchlanidae e Testudinellidae estiveram representadas por três espécies, a última, apenas pelo gênero *Testudinella*, enquanto que a primeira, pelos gêneros *Dipleuchlanis* (01 espécie) e *Euchlanis* (02 espécies).

Em relação aos microcrustáceos, para os cladóceros ocorreram seis famílias: Chydoridae (26 espécies), Daphniidae (04 espécies), Bosminidae (03 espécies), Sididae (03 espécies), Macrothricidae (02 espécies) e Ilyocryptidae (01 espécie). Para os copépodos, ocorreram somente três famílias: Diaptomidae, representada apenas pela espécie *Notodiaptomus incompositus*; Canthocamptidae, representada apenas por *Atheyella* cf. *fuhrmani*; e Cyclopidae, com 13 espécies distribuídas em

seis gêneros. A família Chydoridae, com suas 26 espécies é a mais representativa para os cladóceros, como também, para toda a comunidade zooplanctônica. Em especial, a subfamília Aloninae, pois esteve representada por 18 destas espécies, enquanto que Chydorinae, apenas por 8 espécies. A subfamília Aloninae apresentou 5 espécies do gênero *Alona*, caracterizando este, como o mais representativo entre os cladóceros. Considerando-se as espécies de todos os grupos zooplanctônicos, os gêneros *Lecane* e *Alona* foram os mais representativos em número de táxons.

Tabela I: Composição zooplanctônica do eixo Banhado-Lagoa, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

ROTIFERA	<i>Ephemeroporus</i> sp.
Asplanchnidae	<i>Pleuroxus denticulatus</i> Birge
<i>Asplanchna</i> (A.) cf. <i>girodi</i> de Guerne	<i>Pseudochydorus globosus</i> Baird
<i>Asplanchna</i> sp.	Subfamília Aloninae
Brachionidae	<i>Acroperus harpae</i> Baird
<i>Brachionus caudatus</i> Barrois et Daday	<i>Alona cambouei</i> Guerne & Richard
<i>Brachionus patulus</i> O. F. Müller	<i>Alona costata</i> Sars
<i>Keratella tropica</i> Apstein	<i>Alona guttata</i> Sars
<i>Platyias quadricornis</i> Ehrenberg	<i>Alona quadrangularis</i> O. F. Müller
Colurellidae	<i>Alona</i> sp.
<i>Lepadella</i> sp.	<i>Alonella</i> cf. <i>lineolata</i>
Euchlanidae	<i>Biapertura affinis</i> Leydig
<i>Dipleuchlanis propatula</i> Gosse	<i>Biapertura karua</i> King
<i>Euchlanis</i> cf. <i>deflexa</i> Gosse	<i>Biapertura verrucosa</i> Sars
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg	<i>Camptocercus dadayi</i> Stingelin
Filiniidae	<i>Euryalona orientalis</i> Daday
<i>Filinia longisetata</i> Ehrenberg	<i>Kurzia latissima</i> Kurz
Lecanidae	<i>Leydigia ipojucae</i> Brehm
<i>Lecane</i> (M.) <i>bullata</i> Gosse	<i>Leydigia propinqua</i> Sars
<i>Lecane leontina</i> Tuner	<i>Leydigiopsis curvirostris</i> Sars
<i>Lecane luna</i> O. F. Müller	<i>Leydigiopsis ornata</i> Daday
<i>Lecane</i> (M.) <i>lunaris</i> Ehrenberg	<i>Notoalona sculpta</i> Sars
<i>Lecane</i> (M.) cf. <i>unguitata</i> Fadeew	Daphniidae
<i>Lecane</i> sp.	<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars
Mytilinidae	<i>Ceriodaphnia richardi</i> Sars
<i>Mytilina</i> cf. <i>ventralis</i> Ehrenberg	<i>Simocephalus serrulatus</i> Koch
Notommatidae	<i>Simocephalus vetulus</i> O. F. Müller
<i>Cephalodella</i> sp.	Ilyocryptidae
Proalidae	<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick
<i>Proales reinhardti</i> Ehrenberg	Macrothricidae
Scariidae	<i>Macrothrix laticornis</i> Jurine
<i>Scaridium longicaudum</i> O. F. Müller	<i>Macrothrix trisserialis</i> Brady
Synchaetidae	Sididae
<i>Polyarthra</i> sp.	<i>Diaphanosoma</i> cf. <i>brachyurum</i>
Testudinellidae	<i>Diaphanosoma</i> cf. <i>spinulosum</i>
<i>Testudinella mucronata</i> Gosse	<i>Pseudosida bidentata</i> Herrick
<i>Testudinella patina</i> Hermann	COPEPODA
<i>Testudinella</i> sp.	ORDEM CYCLOPOIDA
Trichocercidae	Cyclopidae
<i>Trichocerca bicristata</i> Gosse	<i>Acanthocyclops robustus</i> Sars
<i>Trichocerca capuccina</i> Wiszniewski et Zacharias	<i>Acanthocyclops</i> sp.
<i>Trichocerca</i> sp.1	<i>Eucyclops ensifer</i> Kiefer
<i>Trichocerca</i> sp.2	<i>Eucyclops serrulatus</i> Fischer
Trichotriidae	<i>Mesocyclops longisetus</i> Thiebaud
<i>Macrochaetus collinsi</i> Gosse	<i>Mesocyclops meridianus</i> Kiefer
<i>Trichotria tetractis</i> Ehrenberg	<i>Mesocyclops</i> sp.
CLADOCERA	cf. <i>Metacyclops laticornis</i> (Lowndes)
Bosminidae	cf. <i>Metacyclops mendocinus</i> (Wierzejski)
<i>Bosmina longirostris</i> O. F. Müller	cf. <i>Metacyclops</i> sp.
<i>Bosmina tubicen</i> Brehm	cf. <i>Microcyclops dubitabilis</i> Kiefer
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard	<i>Microcyclops</i> sp.
Chydoridae	<i>Paracyclops fimbriatus</i> Fisher
Subfamília Chydorinae	ORDEM CALANOIDA
<i>Chydorus eurynotus</i> Sars	Diaptomidae
<i>Chydorus sphaericus</i> sens. lat.	<i>Notodiaptomus incompositus</i> Brian
<i>Disparalona dadayi</i> Birge	ORDEM HARPACTICOIDA
<i>Dunhevedia odontoplax</i> Sars	Canthocamptidae
<i>Ephemeroporus hybridus</i> Daday	<i>Atheyella</i> cf. <i>fuhrmani</i> Thiebaud

Constância

O Banhado apresentou o maior número de espécies constantes (22 espécies), seguido pela Interface (14 espécies) e Lagoa (8 espécies), caracterizando um gradiente crescente de constância da Lagoa para o Banhado (Tabela II). Os rotíferos *Lecane leontina* e *Testudinella* sp., e os cladóceros *Ceriodaphnia richardi* e *Chydorus sphaericus*, os quais integram algumas das famílias mais representativas em termos de composição específica, foram as únicas espécies constantes em todo o eixo, ou seja, nos três pontos de amostragem. Algumas espécies ocorreram exclusivamente no Banhado, ou na Lagoa, de forma accidental ou acessória. Na Interface, não foram registradas espécies de ocorrência exclusiva, o que a caracteriza como uma nítida zona de transição, representada por espécies tanto do Banhado, quanto da Lagoa. Os táxons de ocorrência exclusiva no Banhado foram o rotífero *Trichocerca* sp.2, os cladóceros *Acroperus harpae*, *Alona cambouei*, *Alona* sp., *Biapertura karua*, *Dunhevedia odontoplax*, *Leydigiopsis curvirostris*, *Leydigiopsis ornata* e os copépodos cf. *Metacyclops mendocinus* e cf. *Metacyclops* sp., totalizando dez espécies. Apenas três táxons ocorreram exclusivamente na Lagoa, o rotífero *Trichocerca capuccina*, e os cladóceros *Bosmina tubicen* e *Ceriodaphnia cornuta*.

Tabela II: Classificação dos táxons do eixo Banhado-Lagoa de acordo com o Índice de Constância, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS (constante, > 50%; acessório, entre 50% e 25%; acidental, < 25%).

Taxa	Banhado	Interface	Lagoa	Taxa	Banhado	Interface	Lagoa
Tecameba	■	■	■	<i>Bosminopsis deitersi</i>	□	■	■
Rotifera				<i>Camptocercus dadayi</i>	□	□	□
<i>Asplanchna cf. girodi</i>	■	■	□	<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	□	□	□
<i>Asplanchna sp.</i>	■	■	□	<i>Ceriodaphnia richardi</i>	■	■	■
<i>Brachionus caudatus</i>	□	■	■	<i>Chydorus eurynotus</i>	□	□	□
<i>Brachionus patulus</i>	■	□	■	<i>Chydorus sphaericus</i>	■	■	■
<i>Cephalodella sp.</i>	■	■	□	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	□	□	□
<i>Dipleuchlanis propatula</i>	■	■	□	<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	□	■	□
<i>Euchlanis cf. deflexa</i>	■	■	■	<i>Disparalona dadayi</i>	■	■	□
<i>Euchlanis dilatata</i>	■	■	□	<i>Dunhevedia odontoplax</i>	□	□	□
<i>Filinia longiseta</i>	■	■	■	<i>Ephemeroporus hibridus</i>	■	□	□
<i>Keratella tropica</i>	■	□	□	<i>Ephemeroporus sp.</i>	□	□	□
<i>Lecane bulla</i>	■	■	■	<i>Euryalona orientalis</i>	■	■	□
<i>Lecane leontina</i>	■	■	■	<i>Ilyocryptus spinifer</i>	■	■	■
<i>Lecane luna</i>	■	■	□	<i>Kurzia latissima</i>	□	□	□
<i>Lecane lunaris</i>	□	■	□	<i>Leydigia ipojucae</i>	□	■	□
<i>Lecane cf. unguitata</i>	■	■	■	<i>Leydigia propinqua</i>	□	■	□
<i>Lecane sp.</i>	■	■	□	<i>Leydigiopsis curvirostris</i>	■	□	□
<i>Lepadella sp.</i>	■	■	□	<i>Leydigiopsis ornata</i>	□	□	□
<i>Macrochaetus collinsi</i>	□	■	□	<i>Macrothrix laticornis</i>	■	■	■
<i>Mytilina ventralis</i>	■	■	□	<i>Macrothrix triserialis</i>	■	□	□
<i>Platylas quadricornis</i>	■	■	■	<i>Notoalona sculpta</i>	■	■	□
<i>Polyarthra sp.</i>	■	■	■	<i>Pleuroxus denticulatus</i>	■	■	■
<i>Proales reinhardti</i>	□	■	□	<i>Pseudochydorus globosus</i>	■	□	□
<i>Scaridium longicaudum</i>	■	■	□	<i>Pseudosida bidentata</i>	□	□	□
<i>Testudinella mucronata</i>	■	■	□	<i>Simocephalus serrulatus</i>	■	■	■
<i>Testudinella patina</i>	■	■	■	<i>Simocephalus vetulus</i>	□	□	□
<i>Testudinella sp.</i>	■	■	■	Copepoda			
<i>Trichocerca bicristata</i>	□	■	□	<i>Notodiptomus incompositus</i>	■	■	□
<i>Trichocerca capuccina</i>	□	□	□	<i>Acanthocyclops robustus</i>	■	■	□
<i>Trichocerca sp.1</i>	■	□	■	<i>Acanthocyclops sp.</i>	□	□	□
<i>Trichocerca sp.2</i>	■	□	□	<i>Eucyclops ensifer</i>	□	■	□
<i>Trichotria tetractis</i>	■	■	□	<i>Eucyclops serrulatus</i>	□	□	□
Cladocera				<i>Mesocyclops longisetus</i>	□	■	■
<i>Acroperus harpae</i>	□	□	□	<i>Mesocyclops meridianus</i>	■	■	■
<i>Alona cambouei</i>	□	□	□	<i>Mesocyclops sp.</i>	□	□	□
<i>Alona costata</i>	■	■	□	cf. <i>Metacyclops laticornis</i>	□	□	□
<i>Alona gutatta</i>	■	□	□	cf. <i>Metacyclops mendocinus</i>	□	□	□
<i>Alona quadrangularis</i>	■	■	□	cf. <i>Metacyclops sp.</i>	□	□	□
<i>Alona sp.</i>	■	□	□	cf. <i>Microcyclops dubitabilis</i>	□	□	□
<i>Alonella cf. lineolata</i>	□	□	□	<i>Microcyclops sp.</i>	□	□	■
<i>Biapertura affinis</i>	■	■	□	<i>Paracyclops fimbriatus</i>	■	■	□
<i>Biapertura karua</i>	□	■	□	<i>Atheyella cf. fuhrmani</i>	□	□	□
<i>Biapertura verrucosa</i>	□	■	■	copepodito	□	□	□
<i>Bosmina longirostris</i>	■	■	■	náuplio	□	□	■
<i>Bosmina tubicen</i>	□	□	■	Ostracoda			

■	constante	■	acessório	□	acidental	□	não ocorreu
---	-----------	---	-----------	---	-----------	---	-------------

Riqueza e diversidade do zooplâncton

A riqueza zooplanctônica oscilou entre um mínimo de 24 espécies na Interface, no período de Fevereiro e um máximo de 53 espécies no Banhado, na amostragem de Junho. Considerando-se a variação horizontal da riqueza total (Figura 8), observou-se um gradiente crescente no sentido Lagoa-Banhado, onde a Lagoa caracterizou-se pela menor riqueza (58 espécies), seguida pela Interface (66 espécies), e pelo Banhado, o qual apresentou a maior riqueza (77 espécies).

A diversidade zooplanctônica flutuou de 1,30 bits na Lagoa, em Fevereiro a 4,42 bits no Banhado, em Junho. O mesmo padrão observado quanto à variação horizontal da riqueza, ocorreu em relação à diversidade média zooplanctônica (Figura 8), ou seja, um gradiente crescente no sentido Lagoa-Banhado, onde a Lagoa apresentou menor valor ($L= 2,28$ bits), em relação à Interface ($I= 3,47$ bits) e ao Banhado ($B= 3,73$ bits), que se caracterizou por apresentar maior diversidade.

Tratando-se da variação temporal (Figura 8), verificou-se que a maior riqueza total ocorreu em Junho (64 espécies), seguido de Agosto (56 espécies) e Novembro (46 espécies), enquanto que em Fevereiro ocorreu o menor número de espécies (34 espécies). Para a diversidade média zooplanctônica (Figura 8) observou-se padrão de variação semelhante ao da riqueza, onde a maior diversidade ocorreu em Agosto (3,97 bits), seguido por Junho (3,58 bits), e os menores valores foram registrados em Novembro (3,10 bits) e Fevereiro (2,22 bits).

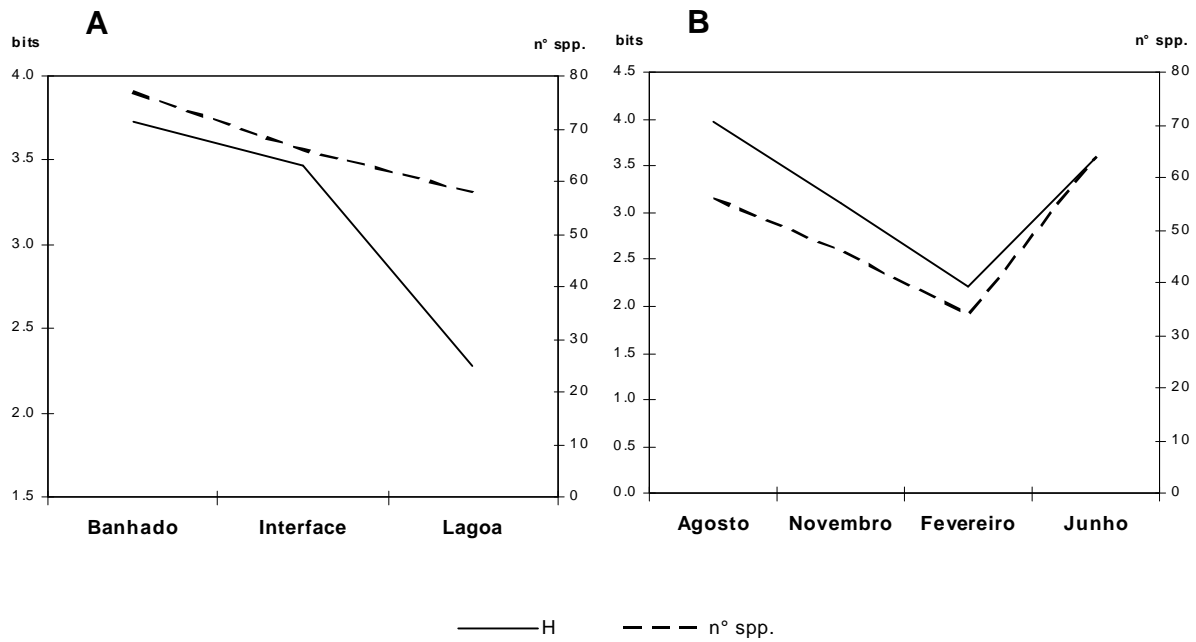


Figura 8: Variações da diversidade média (H) e riqueza (n° espécies) zooplanctônicas (A) no eixo Banhado-Lagoa e (B) nos períodos amostrados, de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

Analisando-se os períodos de amostragem, separadamente, as variações da riqueza e diversidade apresentaram padrões diferenciados no eixo Banhado-Lagoa, onde os maiores e menores valores de riqueza, nem sempre, foram acompanhados das maiores e menores diversidades (Figura 9). Nos meses de Novembro e Junho, foi observado um gradiente horizontal crescente da riqueza no sentido Lagoa-Banhado. Em Agosto, ocorreu um gradiente horizontal crescente da Lagoa para a Interface, e decrescente desta para o Banhado. E em Fevereiro, ocorreu um gradiente horizontal crescente no sentido Interface-Lagoa, apesar da baixa variação destes valores (I=24 espécies, L=26 espécies).

A diversidade zooplanctônica apresentou um gradiente horizontal crescente do Banhado para a Interface, e decrescente desta para a Lagoa, nos períodos de Agosto e Novembro. Em Fevereiro, a diversidade demonstrou os maiores valores na Interface em relação à Lagoa. No período de Junho, ocorreu um gradiente horizontal decrescente do Banhado para a Interface, e crescente desta para a Lagoa. Na maioria dos períodos, os valores mais elevados de diversidade foram observados no ponto Interface.

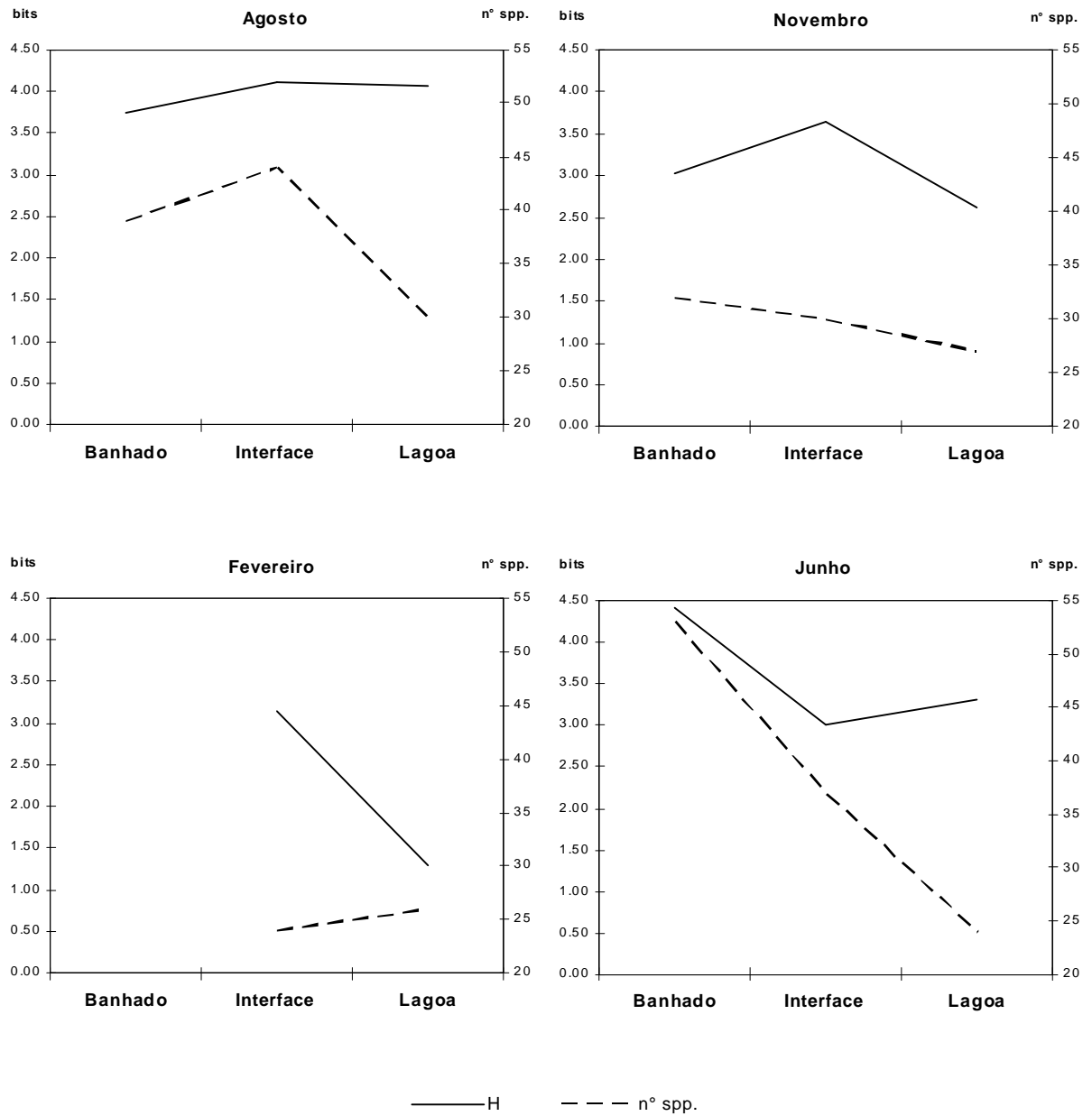


Figura 9: Variações da diversidade (H) e riqueza (n° spp.) zooplanctônicas no eixo Banhado-Lagoa em cada período de amostragem – Agosto/2002, Novembro/2002, Fevereiro/2003 e Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

A análise de variância com teste de aleatorização para avaliar a distinção entre os habitats banhado, interface e lagoa, revelou a existência de diferenças significativas (Tabela III) tanto com os dados de riqueza ($P=0,001$), quanto com os de diversidade zooplanctônica ($P=0,004$). A riqueza de espécies esperada não demonstrou distinção significativa entre os habitats ($P=0,622$). Tratando-se da distinção entre os períodos de amostragem (Tabela IV) foi observada diferença significativa tanto em relação à riqueza ($P=0,004$), quanto à riqueza esperada ($P=0,092$). A diversidade do zooplâncton não apresentou distinção significativa entre os períodos amostrados ($P=0,197$).

Tabela III: Análise de variância com teste de aleatorização entre os pontos de amostragem do eixo Banhado-Lagoa descritos pela diversidade, riqueza específica e riqueza específica esperada (por rarefação) do zooplâncton, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

Fonte de variação	P($Q_b^o=Q_b$)		
	Diversidade	Riqueza	Riqueza esperada
Entre grupos Contrastes	0,004*	0,001*	0,622
Banhado vs Interface	0,135	0,096*	0,545
Banhado vs Lagoa	0,006*	0,001*	0,390
Interface vs Lagoa	0,042*	0,024*	0,730

* valores significativos ($P \leq 0,1$)

Tabela IV: Análise de variância com teste de aleatorização entre os períodos de amostragem (Agosto/2002, Novembro/2002, Fevereiro/2003 e Junho/2003) descritos pela diversidade, riqueza específica e riqueza específica esperada (por rarefação) do zooplâncton, no eixo Banhado-Lagoa, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

Fonte de variação	P($Q_b^o=Q_b$)		
	Diversidade	Riqueza	Riqueza esperada
Entre grupos Contrastes	0,197	0,004*	0,092*
Agosto vs Novembro	0,219	0,099*	0,108
Agosto vs Fevereiro	0,062	0,013*	0,113
Agosto vs Junho	0,459	0,959	0,998
Novembro vs Fevereiro	0,206	0,044*	0,814
Novembro vs Junho	0,771	0,402	0,102
Fevereiro vs Junho	0,303	0,067*	0,309

* valores significativos ($P \leq 0,1$)

Densidade do zooplâncton total

Considerando a variação horizontal da densidade média do zooplâncton total (Figura 10), o Banhado foi o ponto que apresentou maior número de indivíduos, seguido respectivamente, pela Lagoa e Interface. A Interface apresentou o menor valor de densidade média total ($I= 4.977 \text{ ind./m}^3$), enquanto que o Banhado e a Lagoa apresentaram os valores mais elevados, os quais estiveram muito próximos entre si ($B= 5.957 \text{ ind./m}^3$; $L= 5.792 \text{ ind./m}^3$).

Foram observados diferentes padrões de distribuição horizontal-temporal da densidade do zooplâncton total para cada período amostrado (Figura 10). O mês de Agosto exibiu um gradiente horizontal decrescente da densidade, do Banhado para a Interface, e crescente, desta para a Lagoa, apresentando densidade média de 9.619 ind./m^3 , ou seja, o período mais representativo em termos de densidade. Em Novembro, ocorreu um gradiente crescente no sentido Lagoa-Banhado, e densidade média de 4.529 ind./m^3 . Fevereiro apresentou o mesmo gradiente no sentido Lagoa-Interface, e foi caracterizado como o período de menor densidade média, com 2.074 ind./m^3 . Enquanto Junho, exibiu um gradiente decrescente no sentido Lagoa-Banhado, e mostrou valor de densidade média próximo ao de Novembro, com 4.094 ind./m^3 . Em Agosto e Junho, os maiores valores de densidade foram registrados no ponto Lagoa. Em Novembro, os maiores valores encontraram-se no Banhado, enquanto que em Fevereiro, verificou-se a maior densidade na Interface em relação à Lagoa.

Analisando a variação temporal da densidade relativa (Figura 10), foi observado que o período de Agosto representou em torno de cinquenta por cento do zooplâncton total. O período de Novembro representou em torno de 20 por cento, similarmemente a Junho; enquanto que Fevereiro revelou as menores densidades relativas.

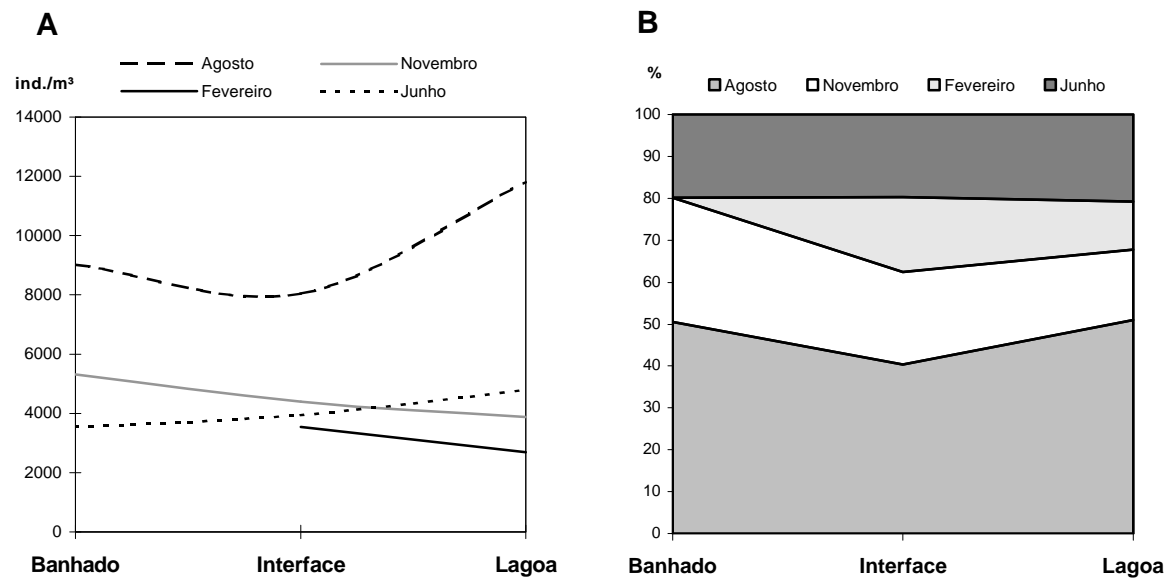


Figura 10: Variação horizontal e temporal (A) da densidade absoluta (ind./m³) e (B) da densidade relativa (%) do zooplâncton total no eixo Banhado-Lagoa, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

Densidade dos grupos zooplanctônicos

Quanto à variação horizontal da densidade total dos grupos zooplanctônicos (Figura 11), os copépodos exibiram um gradiente horizontal crescente no sentido Banhado-Lagoa, totalizando densidade média de 13.804 ind./m³, caracterizando-se como o grupo mais representativo em termos de densidade. As tecamebas caracterizaram-se como o segundo grupo zooplanctônico mais representativo, apesar do baixo valor em relação aos copépodos, totalizando uma densidade média de 3.710 ind./m³, com um gradiente horizontal crescente no sentido Lagoa-Banhado. Com número de indivíduos relativamente pouco elevado seguem os rotíferos (1.469 ind./m³), os cladóceros (1.109 ind./m³) e os ostracodes, com densidade média muito baixa (226 ind./m³).

Torna-se mais evidente a dominância dos grupos, examinando-se os valores de densidade relativa (Figura 11). A distribuição das densidades apresenta-se mais uniforme no Banhado, em relação à Interface e Lagoa. No Banhado, os copépodos representaram 49% da densidade total, seguidos pelas tecamebas (26%), pelos cladóceros (12%), rotíferos (11%) e ostracodes (2%). Na Interface, observou-se um aumento da densidade relativa de Copepoda (65%), seguido pela diminuição dos demais grupos, tecamebas (21%) rotíferos (10%) cladóceros (3%) e ostracodes (0%). Na Lagoa, este padrão acentuou-se, com a dominância dos copépodos em 85%, e forte diminuição da densidade das tecamebas (10%), rotíferos (2%) e cladóceros (3%); os ostracodes (2%) mantiveram densidade semelhante em todos os pontos.

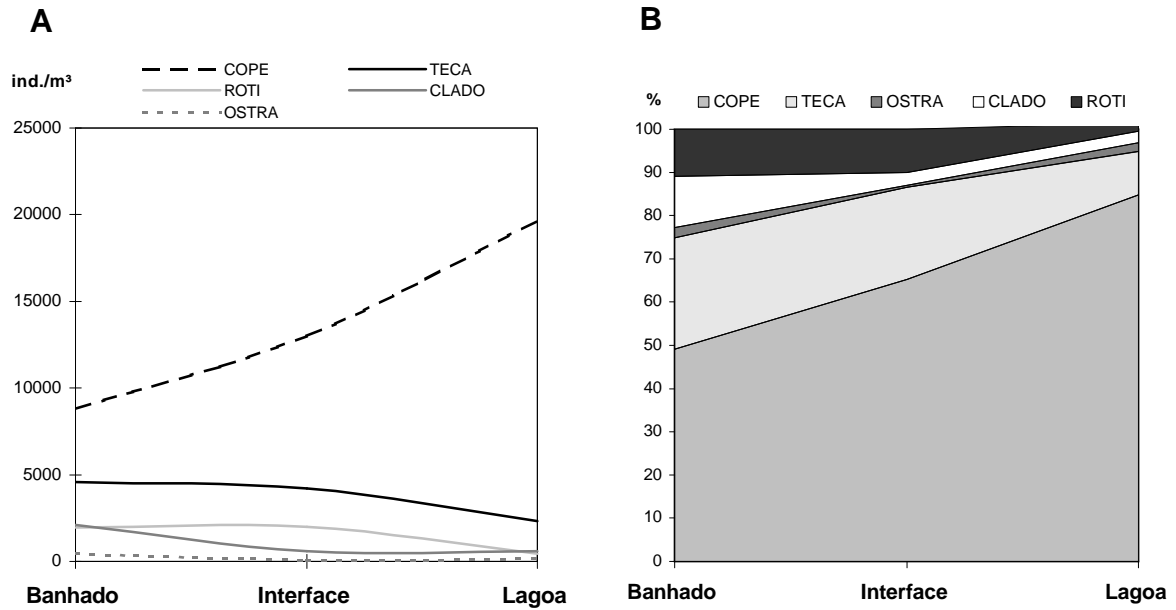


Figura 11: Variação horizontal (A) da densidade absoluta (ind./m³) e (B) da densidade relativa (%) dos grupos zooplanctônicos no eixo Banhado-Lagoa, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS. COPE (Copepoda), TECA (Tecameba), ROTI (Rotifera), CLADO (Cladocera) e OSTR (Ostracoda).

Quanto à variação temporal (Figura 12), os copépodos foram o grupo de maior densidade nos períodos de Agosto, Novembro e Junho, seguidos pelas tecamebas, enquanto que estas se tornaram mais abundantes em Fevereiro, em relação aos copépodos e demais grupos. Foi observada a predominância de um gradiente horizontal crescente da densidade dos copépodos no sentido Banhado-Lagoa.

Os demais grupos zooplanctônicos (cladóceros, rotíferos e ostracodes) (Figura 12) ocorreram em menores densidades e ao contrário dos copépodos, freqüentemente, apresentaram um gradiente horizontal crescente do número de organismos no sentido Lagoa-Banhado. O mesmo gradiente foi observado para as tecamebas.

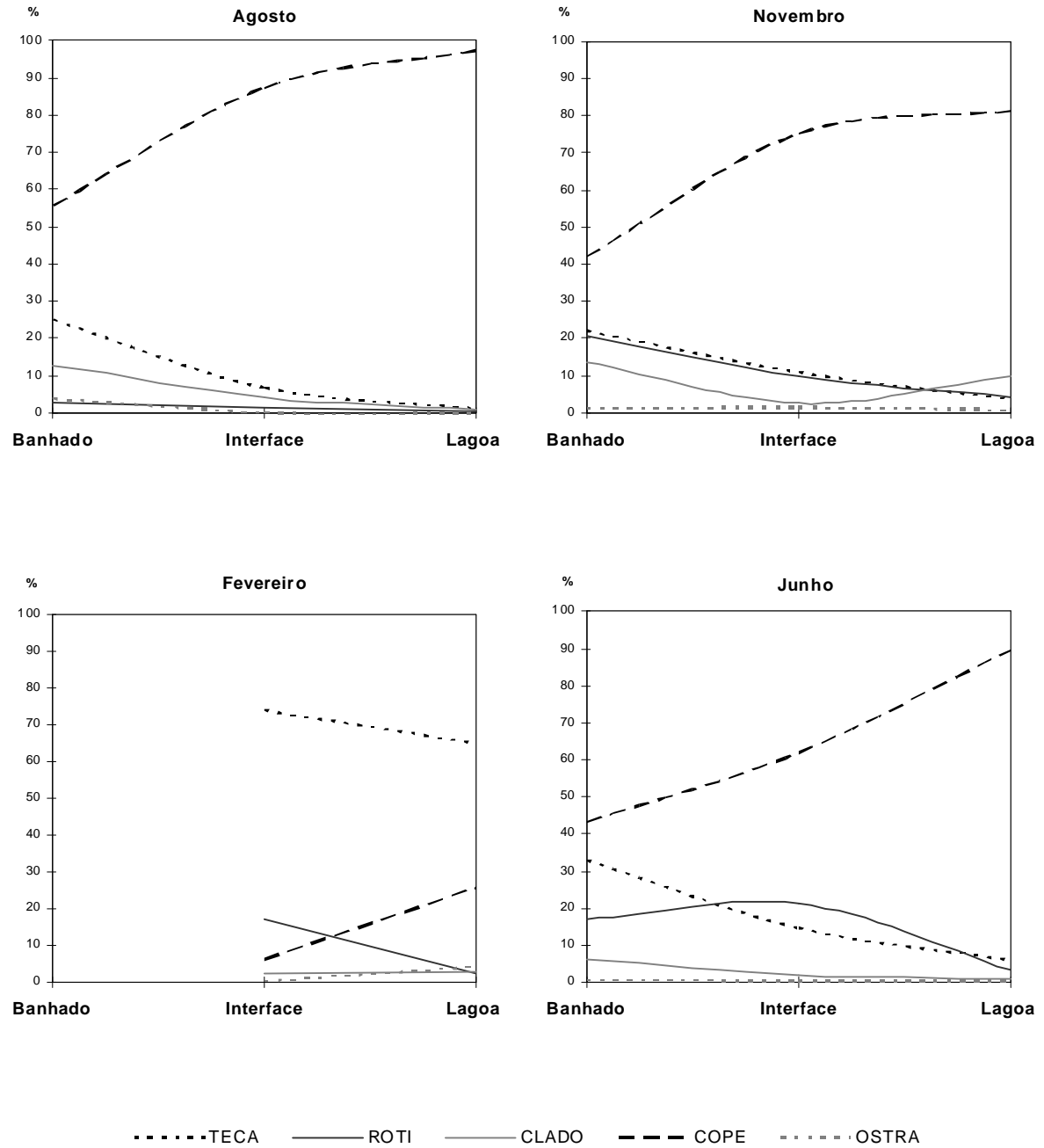


Figura 12: Variação horizontal e temporal da densidade relativa (%) dos grupos zooplancônicos no eixo Banhado-Lagoa, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS. COPE (Copepoda), TECA (Tecameba), ROTI (Rotifera), CLADO (Cladocera) e OSTR (Ostracoda).

Embora tenham sido observadas elevadas variações das densidades dos organismos, tanto temporais, quanto horizontais, os táxons comumente abundantes e dominantes nos três locais amostrados, durante os quatro períodos de estudo, foram os mesmos, tais como, as tecamebas e os copépodos - copepoditos e náuplios. Os últimos, responsáveis pela dominância do grupo dos copépodos, pois os adultos sempre ocorreram em número reduzido.

Analisando-se a variação horizontal e temporal de cada grupo zooplanctônico (Figura 13), verificou-se que os picos de densidade foram registrados durante a amostragem de Agosto, no ponto Banhado, para Cladocera ($B=1.161 \text{ ind./m}^3$) e Ostracoda ($B=350 \text{ ind./m}^3$), e na Lagoa, para Copepoda ($L=11.496 \text{ ind./m}^3$). Para as tecamebas, o pico de densidade foi registrado em Fevereiro, no ponto Interface ($I=2.622 \text{ ind./m}^3$), enquanto que, para os rotíferos o pico ocorreu em Novembro, no Banhado ($B=1.111 \text{ ind./m}^3$). A maioria dos grupos zooplanctônicos apresentou o pico de densidade no ponto Banhado, exceto os copépodos e as tecamebas. Os copépodos exibiram pico de densidade no ponto Lagoa, enquanto que as tecamebas, na Interface. O padrão de distribuição horizontal da densidade destas, nos quatro períodos amostrados, revela uma tendência de aumento da densidade no sentido Lagoa-Banhado, indicando que o Banhado, se tivesse sido amostrado em Fevereiro, provavelmente seria o ponto com a maior densidade de tecamebas, como observado para a maioria dos grupos.

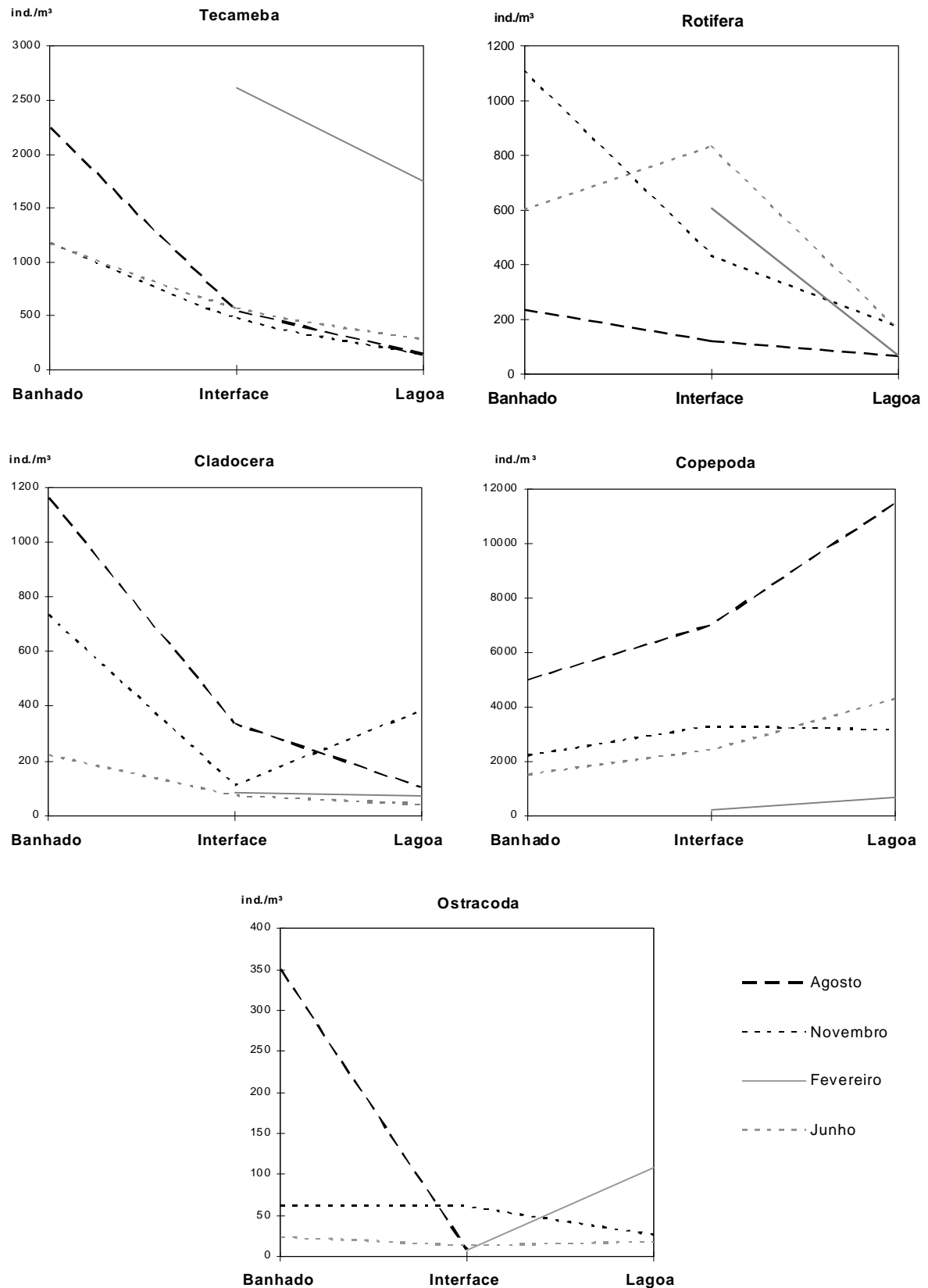


Figura 13: Variação horizontal e temporal da densidade absoluta (ind./m³) dos grupos zooplanc^tônicos no eixo Banhado-Lagoa, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

Abundância e dominância do zooplâncton

O zooplâncton abundante e dominante na comunidade variou entre 5 e 7 táxons temporalmente. Apenas os náuplios e as tecamebas foram dominantes, ou seja, com frequência de ocorrência superior a 50% (Figura 14).

Em Agosto, os náuplios demonstraram a maior representatividade, sendo dominantes tanto na Lagoa, quanto na Interface. Os copepoditos foram abundantes em todos os pontos – Banhado, Interface e Lagoa. As tecamebas foram abundantes na Interface e no Banhado. O cladóceros *Ceriodaphnia richardi* e os ostracodes apresentaram-se abundantes apenas no Banhado.

Em Novembro, os náuplios apresentaram-se dominantes nos pontos Lagoa e Interface novamente, e assim como os copepoditos e as tecamebas, foram abundantes em todos os pontos. Na ausência do cladóceros *C. richardi*, o cladóceros *Bosmina longirostris* tornou-se representativo, sendo abundante tanto no Banhado, quanto na Interface. O grupo dos rotíferos mostrou-se representativo, com três táxons abundantes: *Testudinella patina*, nos pontos Interface e Banhado; *Lecane leontina* e *Platyias quadricornis*, apenas no Banhado.

As tecamebas foram dominantes em Fevereiro, tanto na Interface, quanto na Lagoa. Os náuplios tornaram-se menos representativos, ainda abundantes, mas com baixa frequência. Os copepoditos foram abundantes apenas na Lagoa. Na Interface, *T. patina* continua abundante, porém outro táxon dos rotíferos, *Cephalodella* sp., também passa a ser abundante.

Em Junho, os náuplios voltaram a ser dominantes nos pontos Lagoa e Interface, e juntamente com as tecamebas foram abundantes em todos os pontos de

coleta. Novamente, três táxons dos rotíferos apareceram como abundantes: *P. quadricornis* e *Lecane bulla* nos pontos Interface e Banhado; e *Testudinella* sp. somente no Banhado.

O ponto Lagoa diferiu dos demais, pois se caracterizou pela abundância e dominância dos mesmos grupos ao longo do período amostrado - náuplios, copepoditos e tecamebas - sendo que apenas no período de Novembro foi observada abundância do cladócero *B. longirostris* na Lagoa (Figura 14). O Banhado e a Interface foram mais semelhantes, apesar de também apresentarem abundância de náuplios, copepoditos e tecamebas. No Banhado foi observada a ocorrência de dois (02) táxons abundantes de Cladocera e cinco (05) de Rotifera, enquanto que na Interface, quatro (04) de Rotifera. O grupo dos copépodos foi o único que não apresentou abundância e/ou dominância de espécies, apenas de estágios larvais – copepoditos e náuplios.

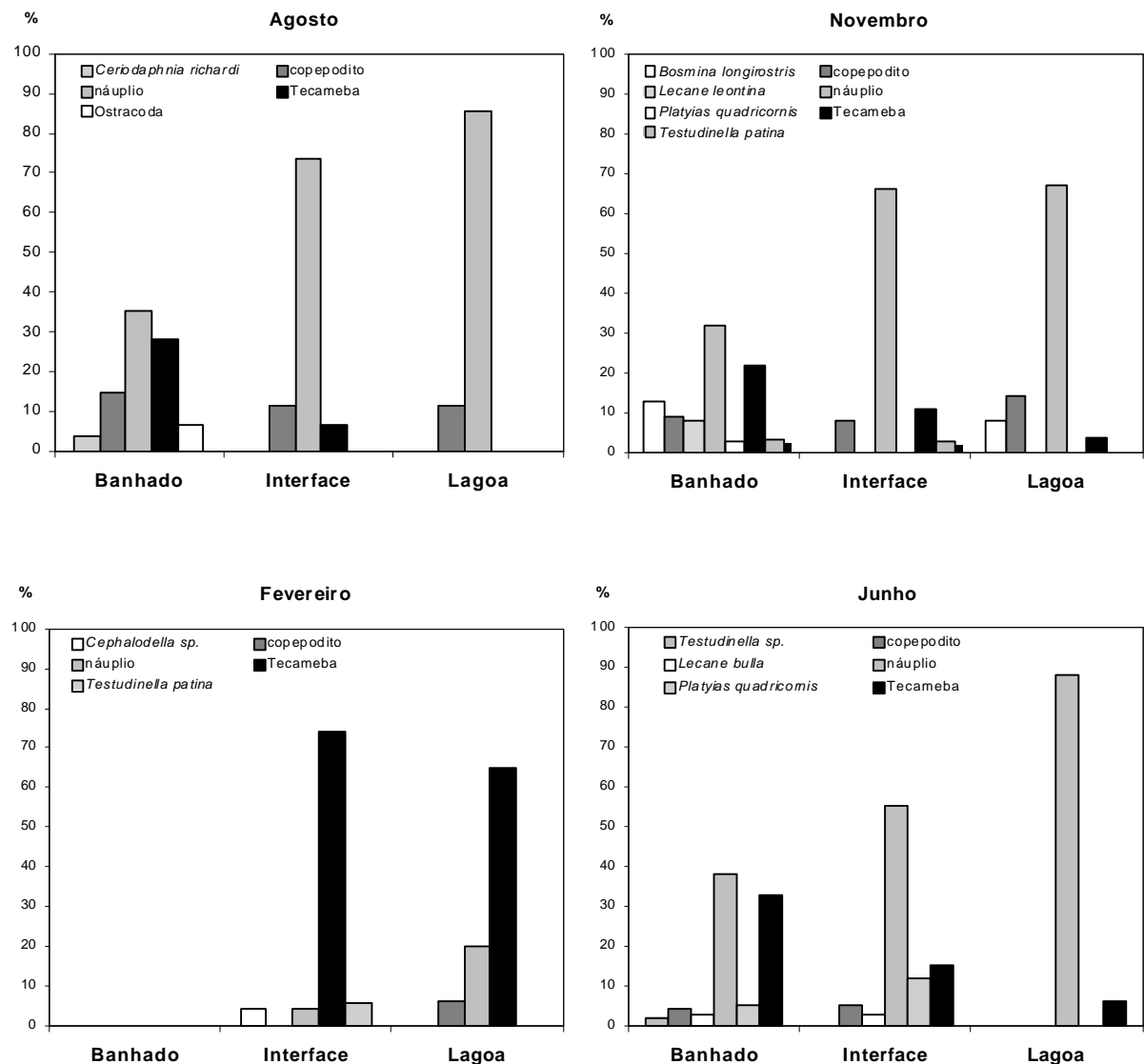


Figura 14: Variação horizontal da densidade relativa (%) do zooplâncton abundante e dominante no eixo Banhado-Lagoa, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

Padrões horizontais e temporais do zooplâncton

As análises de agrupamento e ordenação das unidades amostrais descritas pela densidade zooplanctônica demonstraram padrões consistentes em grande parte relacionados com os diferentes períodos de amostragem. As variações horizontais da comunidade não foram tão nítidas quanto as temporais.

A análise de agrupamento (Figura 15) demonstrou-se sensível às variações temporais, onde cada grupo nítido esteve representado pelos pontos amostrados no mesmo período. A formação dos grupos provavelmente foi determinada pela variação da densidade dos organismos, assim como pelas variações das espécies abundantes nos diferentes períodos de amostragem.

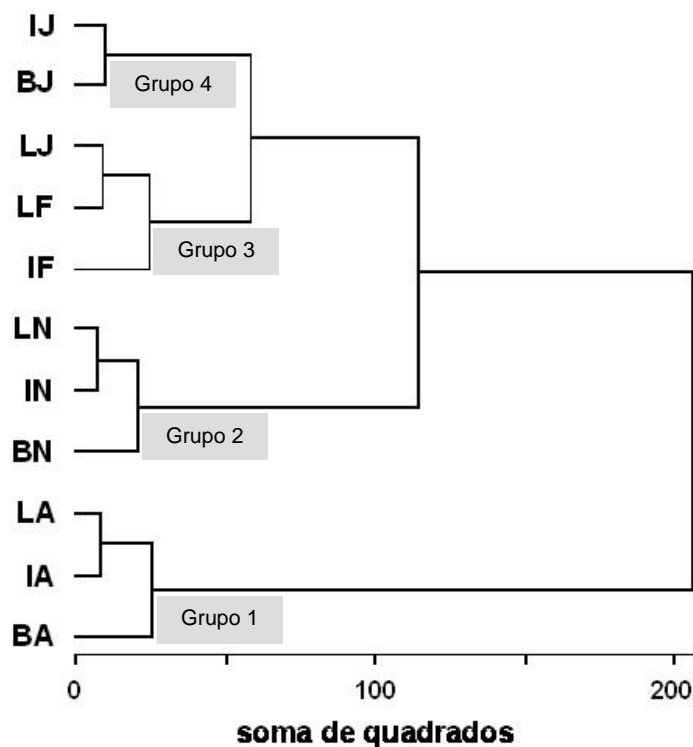


Figura 15: Dendrograma da análise de agrupamento das unidades amostrais do eixo Banhado-Lagoa descritas pela densidade zooplanctônica no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS. A partição em quatro grupos é nítida conforme teste de auto-reamostragem *bootstrap*. As unidades amostrais estão representadas pelos códigos a seguir: BA (Banhado Agosto), IA (Interface Agosto), LA (Lagoa Agosto), BN (Banhado Novembro), IN (Interface Novembro), LN (Lagoa Novembro), IF (Interface Fevereiro), LF (Lagoa Fevereiro), BJ (Banhado Junho), IJ (Interface Junho) e LJ (Lagoa Junho).

O teste de auto-reamostragem *bootstrap* para o agrupamento das unidades amostrais revelou a existência de quatro grupos nítidos, avaliados com base nas probabilidades finais de cada curva ($P \geq 0,10$ indica nitidez) (Figura 16). Nota-se uma tendência à suficiência amostral, evidenciada pelo paralelismo das curvas com o eixo das abscissas.

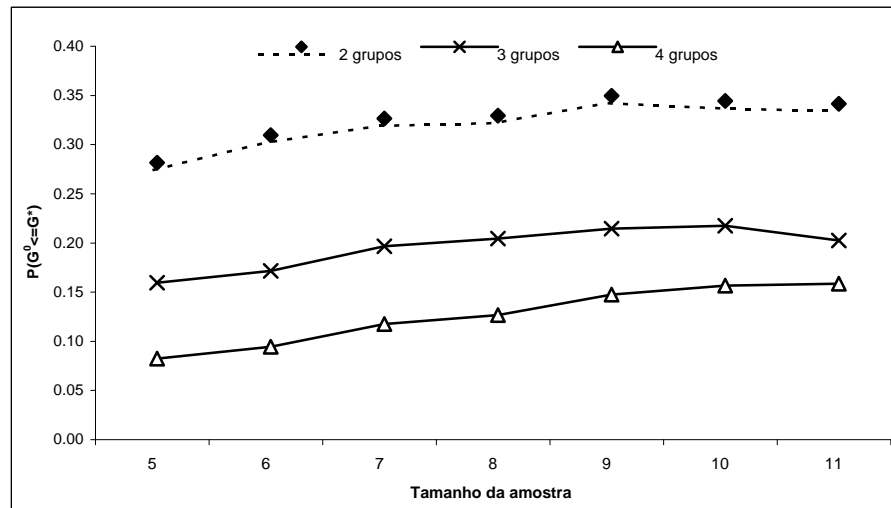


Figura 16: Probabilidades geradas pelo teste de auto-reamostragem *bootstrap* para nitidez de grupos e suficiência amostral da análise de agrupamento das unidades amostrais do eixo Banhado-Lagoa descritas pela densidade zooplanctônica, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

A análise de ordenação das unidades amostrais com os dados de densidade zooplanctônica (Figura 17) revelou padrões de distribuição em função dos diferentes períodos de amostragem, corroborando com os padrões observados na análise de agrupamento (Figura 15). A ordenação concentrou 53,2% da variação total da comunidade nos dois primeiros eixos, onde o eixo 1 (horizontal) representou 34,6% e o eixo 2 (vertical) 18,6% desta variação. Os grupos nítidos revelados pela análise de agrupamento das unidades amostrais estão representados no diagrama da ordenação (Figura 17).

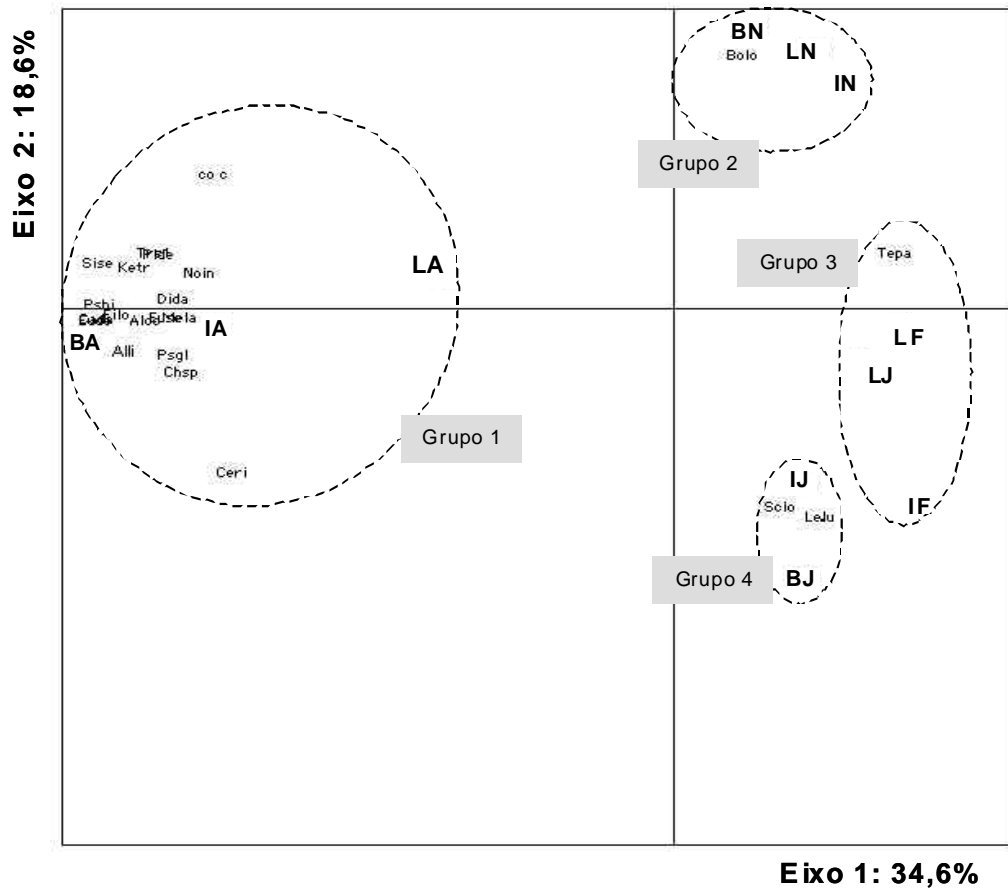


Figura 17: Diagrama de ordenação das unidades amostrais do eixo Banhado-Lagoa descritas pela densidade zooplancônica, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS. Os grupos nítidos obtidos na análise de agrupamento estão circulados. As unidades amostrais estão representadas em negrito pelos seguintes códigos: BA (Banhado Agosto), IA (Interface Agosto), LA (Lagoa Agosto), BN (Banhado Novembro), LN (Lagoa Novembro), IN (Interface Novembro), IF (Interface Fevereiro), LF (Lagoa Fevereiro), BJ (Banhado Junho), IJ (Interface Junho) e LJ (Lagoa Junho). As variáveis da comunidade zooplancônica com correlação $r=|0,75|$ estão representadas por: Alco (*Alona costata*), Alli (*Alona lineolata*), Bolo (*Bosmina longirostris*), Cada (*Camptocercus dadayi*), Ceri (*Ceriodaphnia richardi*), Chsp (*Chydorus sphaericus*), co c (copepodito), Dida (*Disparalona dadayi*), Eude (*Euchlanis deflexa*), Euse (*Eucyclops serrulatus*), Filo (*Filinia longiseta*), Ketr (*Keratella tropica*), Lelu (*Lecane luna*), Mela (*Metacyclops laticornis*), Noin (*Notodiaptomus incompositus*), Plde (*Pleuroxus denticulatus*), Pscl (*Pseudochydorus globosus*), Psbi (*Pseudosida bidentata*), Selo (*Scardium longicaudum*), Sise (*Simocephalus serrulatus*), Tepa (*Testudinella patina*) e Trs1 (*Trichocerca* sp.1).

O teste de auto-reamostragem *bootstrap* para a ordenação das unidades amostrais (Figura 18) demonstrou uma tendência à suficiência amostral no eixo 1, indicada pelo paralelismo das curvas com o eixo das abscissas. Não foram registrados valores significativos de estabilidade dos eixos, os quais foram avaliados com base nas probabilidades finais de cada curva ($P \leq 0,10$ indica significância).

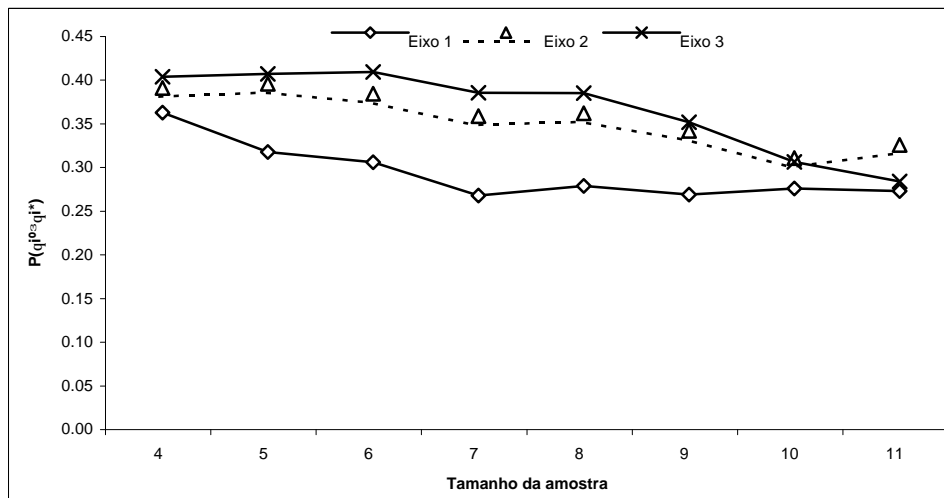


Figura 18: Estabilidade e suficiência amostral para os três primeiros eixos de ordenação das unidades amostrais descritas pela densidade zooplânctônica no eixo Banhado-Lagoa, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

O grupo 1 (Figura 17), representado pelos pontos referentes ao período de Agosto/2002, caracterizou-se pela abundância do cladóceros *Ceriodaphnia richardi* (Figura 14) e pelo elevado número total de organismos em relação aos demais períodos (Figura 10), assim como por diversas espécies que ocorreram exclusivamente neste período, tais como os rotíferos *Euchanis deflexa* e *Filinia longiseta*, os cladóceros *Alona costata* e *Camptocercus dadayi*, e os copépodos

Eucyclops serrulatus e *Metacyclops laticornis*. O grupo 2, representado pelos pontos amostrados em Novembro/2002, caracterizou-se pela elevada abundância do cladóceros *Bosmina longirostris* e do rotífero *Testudinella patina*, com menor representatividade. O grupo 3, representado pelos pontos amostrados em Fevereiro/2003 e pelo ponto Lagoa do período de Junho/2003, caracterizou-se pela presença do rotífero *Testudinella patina* que se tornou a espécie mais abundante da comunidade, assim como pelo número reduzido de organismos em relação ao grupo 4 (Figura 14). Este grupo, o qual esteve representado pelos pontos Banhado e Interface de Junho/2003, caracterizou-se pela presença das espécies de rotíferos *Lecane luna* e *Scaridium longicaudum*, as quais ocorreram apenas nestes dois períodos e em densidades elevadas.

De um modo geral, os grupos 1 (Agosto/2002) e 2 (Novembro/2002) estiveram fortemente associados com a ocorrência de elevadas densidades do zooplâncton total (Figura 10) e a predominância de cladóceros e copépodos (Figura 13). Enquanto que os grupos 3 (Fevereiro/2003) e 4 (Junho/2003), apresentaram associação com a ocorrência de baixas densidades do zooplâncton total (Figura 10) e a predominância de rotíferos (Figura 13; ver Anexo I). A nítida distinção temporal da comunidade em função das variações na composição específica e na densidade dos organismos pode ser um indicativo de que as espécies representadas nos grupos da análise (Figura 17) são indicadoras dos períodos do ano.

Ao longo do período de amostragem, as variações temporais das comunidades foram mais pronunciadas do que as variações horizontais observadas entre os pontos de amostragem (no eixo Banhado-Lagoa) em cada campanha de coleta, visto que os pontos amostrais da mesma campanha estão mais próximos entre si do que com os pontos das demais campanhas (Figura 17). A partir de

trajetórias temporais dos pontos de amostragem do eixo Banhado-Lagoa (Figura 19), as quais foram obtidas pela ligação dos pontos em amostragens consecutivas, foi possível identificar padrões temporais de variação da comunidade zooplanctônica em cada habitat. Foram obtidas três trajetórias da comunidade, as quais evidenciam maior variação da comunidade no ponto Banhado pelas suas trajetórias longas em relação à Interface com trajetórias intermediárias e a Lagoa, sendo esta o ponto com menor variação por apresentar trajetórias curtas. O Banhado apresenta valores elevados de riqueza e diversidade, como também, elevadas densidades, caracterizando-se como um ambiente de mudança. Apresenta maior variação temporal provavelmente por ser o ambiente dentre estes que está mais sujeito às mudanças estruturais (senescência e crescimento das macrófitas, variações de profundidade em função do acúmulo de material vegetal, entre outras), conseqüentemente a comunidade zooplanctônica responde a estas modificações, modificando-se também de acordo com as condições presentes neste ambiente. A Interface, por funcionar como uma zona de transição, agrega algumas características do Banhado e da Lagoa, apresentando mudanças intermediárias entre estes dois ambientes. E a Lagoa, por sua vez, apresenta menor variação pois não estar diretamente influenciada pela comunidade macrofítica.

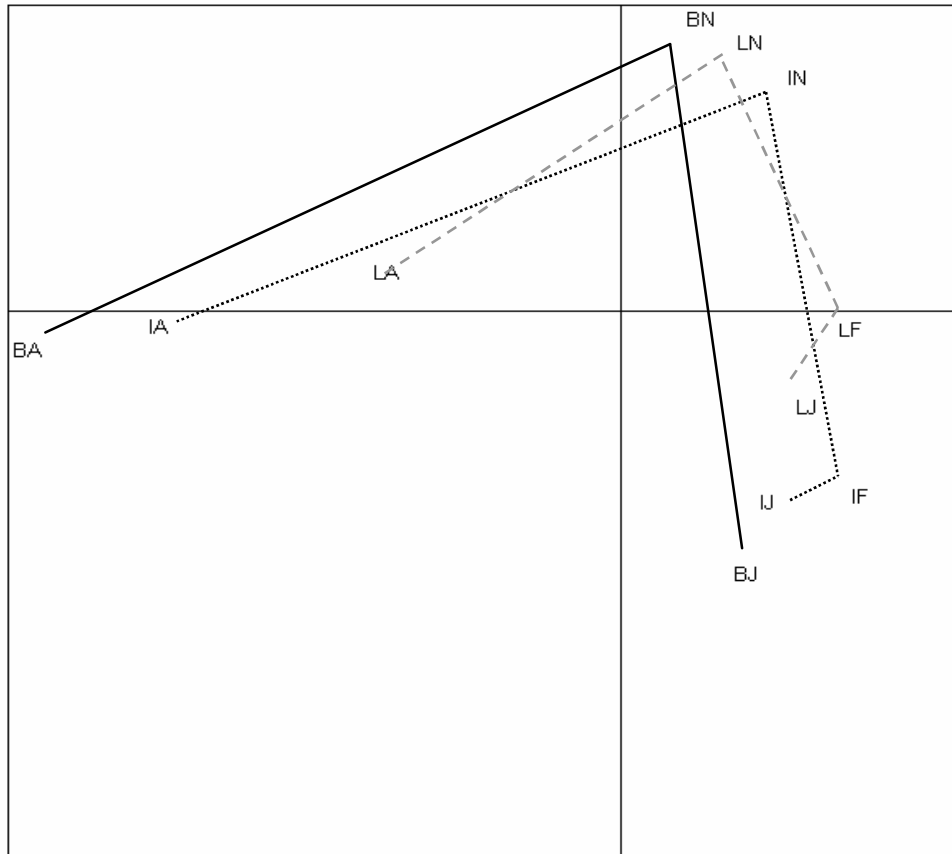


Figura 19: Trajetórias temporais dos pontos de amostragem do eixo Banhado-Lagoa no diagrama de ordenação (mesmo diagrama da Figura 14). As unidades amostrais estão representadas pelos seguintes códigos: BA (Banhado Agosto), IA (Interface Agosto), LA (Lagoa Agosto), BN (Banhado Novembro), IN (Interface Novembro), LN (Lagoa Novembro), IF (Interface Fevereiro), LF (Lagoa Fevereiro), BJ (Banhado Junho), IJ (Interface Junho) e LJ (Lagoa Junho).

A análise de variância com teste de aleatorização para avaliar se a densidade zooplanctônica difere no espaço (Tabela V) e no tempo (Tabela VI) demonstrou a existência de diferenças significativas em relação às alterações temporais, confirmando uma forte heterogeneidade temporal da comunidade de zooplâncton ($P=0,001$). Os pontos Banhado, Interface e Lagoa distinguiram-se significativamente ($P=0,004$), demonstrando a consistência dos padrões de variação observados.

Tabela V: Análise de variância com teste de aleatorização entre os pontos de amostragem do eixo Banhado-Lagoa descritos pela densidade zooplancônica, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

Fonte de variação	$P(Q_b^0=Q_b)$
Entre grupos	0,004*
Contrastes	
Banhado vs Interface	0,692
Banhado vs Lagoa	0,085*
Interface vs Lagoa	0,612

* valores significativos ($P \leq 0,1$)

Tabela VI: Análise de variância com teste de aleatorização entre os períodos de amostragem (Agosto/2002, Novembro/2002, Fevereiro/2003 e Junho/2003) descritos pela densidade zooplancônica no eixo Banhado-Lagoa, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

Fonte de variação	$P(Q_b^0=Q_b)$
Entre grupos	0,001*
Contrastes	
Agosto vs Novembro	0,098*
Agosto vs Fevereiro	0,112
Agosto vs Junho	0,126
Novembro vs Fevereiro	0,099*
Novembro vs Junho	0,096*
Fevereiro vs Junho	0,226

* valores significativos ($P \leq 0,1$)

DISCUSSÃO

Estrutura da comunidade zooplanctônica

A partir do levantamento, nota-se uma considerável semelhança entre as comunidades zooplanctônicas do eixo Banhado-Lagoa do Taim e grande parte das regiões tropicais e subtropicais da América do Sul. As comunidades incluídas neste trabalho (Tabela I) foram compostas exclusivamente por espécies características de ambientes de água doce, algumas delas ocorrendo de forma cosmopolita (Reid, 1985; Montú & Goeden, 1986; El Moor-Loureiro, 1997).

Dentre os rotíferos, as famílias mais representativas em número de gêneros e espécies foram Lecanidae, Trichocercidae e Brachionidae, respectivamente (Tabela I). Estas famílias apresentam elevada riqueza específica nas regiões tropicais e sua ocorrência foi registrada em associação com a vegetação litorânea (Paggi & Jose de Paggi, 1990). Alta representatividade das famílias Trichocercidae e Brachionidae foi verificada também nas lagoas costeiras do RS, Emboaba (Sphor-Bacchin, 1994) e Caconde (Güntzel, 1995), evidenciando uma semelhança potencial entre estas e o eixo Banhado-Lagoa do Taim. O gênero *Lecane*, observado neste estudo como o mais representativo dentre os rotíferos, é reconhecidamente típico das regiões litorâneas de lagoas (Green, 1972). O predomínio destas famílias, caracterizadas por rotíferos loricados e com espinhos, pode indicar a existência de predação de outros invertebrados sobre o grupo dos rotíferos (Branco, 1998), predominando na comunidade os organismos que apresentam estas adaptações contra a predação.

As comunidades tropicais e subtropicais de água doce freqüentemente apresentam maior número de espécies de rotíferos, do que de cladóceros e copépodos (Lansac-Tôha *et al.*, 1992; Sphor-Bacchin, 1994; Güntzel, 1995; Nogueira & Matsumura-Tundisi, 1996; Espíndola *et al.*, 1996 e 2000). No entanto, os cladóceros representaram a grande maioria da comunidade zooplanctônica do eixo Banhado-Lagoa, com uma riqueza de 39 espécies, de um total de 85 (Tabela I). Esta predominância de táxons de cladóceros, provavelmente, está relacionada com a predominância das amostragens nas áreas vegetadas, uma vez que estes organismos têm como habitat preferencial a vegetação macrofítica da zona litoral das lagoas (Quade, 1969; Timms & Moss, 1984; Paterson, 2003). A intensa colonização por macrófitas aquáticas no eixo Banhado-Lagoa do Taim, possivelmente é responsável pela grande ocorrência de espécies cujo habitat preferencial é a região litorânea. Além disso, as espécies da família Chydoridae muitas vezes não são incluídas nos estudos de comunidade, possivelmente em função da dificuldade de identificação destas. Conseqüentemente, o número de espécies da comunidade de cladóceros em alguns estudos pode ter sido subestimado.

A comunidade associada a banhado e lagoa interna (Lagoa Jacaré) apresentou prevalência de taxa de tamanho reduzido, com elevada abundância de tecamebas, cladóceros, rotíferos loricados com espinhos e formas jovens de copépodos. Assim como no eixo Banhado-Lagoa do Taim, nas lagoas costeiras do RS, Emboaba (Sphor-Bacchin, 1994) e Caconde (Güntzel, 1995) observou-se o predomínio de formas de pequeno porte.

A maioria dos trabalhos sobre comunidades planctônicas não inclui a presença das tecamebas, o que conduz a uma perda de informação muito importante. Entretanto, são consideradas um componente bastante comum no plâncton de água doce (Wetzel, 1981), registrando-se sua ocorrência até mesmo como grupo dominante (Neumann-Leitão & Nogueira-Paranhos, 1989; Rolla *et al.*, 1992; Lansac-Töha *et al.*, 1992 e 1993). O incremento de tecamebas em ambientes de água doce está associado à presença da vegetação aquática (Dioni, 1968). Ainda assim, no presente estudo, sua ocorrência foi constante tanto na área vegetada, quanto na área livre (Tabela II). Outros trabalhos observaram elevada densidade das tecamebas em áreas livres de vegetação macrofítica (Cardoso, 2001; Velho, 2003).

A dominância de copépodos foi representada basicamente pela elevada abundância de náuplios e copepoditos (Figura 11 e Figura 14), já que os indivíduos adultos frequentemente ocorreram em número reduzido. Alguns trabalhos em água doce revelam a importância das formas jovens de copépodos na estrutura da comunidade zooplanctônica devido a grande densidade em que ocorrem (Robertson & Hardy, 1984; Vásquez, 1984; Lima, 1994; Nunes *et al.*, 1996). Os copépodos produzem um grande número de larvas, as quais passam por seis estágios de náuplio e seis estágios de copepodito, sendo o último estágio, o indivíduo adulto (Allan, 1976). Como o ciclo de vida destes organismos é longo, comparativamente ao dos demais componentes do zooplâncton (rotíferos e cladóceros), ficam suscetíveis a uma significativa mortalidade antes de atingirem o estágio adulto. Esta característica, adicionalmente a uma provável pressão de predação sobre o zooplâncton adulto, pode estar relacionada com a predominância das formas jovens de copépodos na comunidade zooplanctônica.

Padrões horizontais característicos do eixo Banhado-Lagoa

A comunidade zooplanctônica apresentou padrões de distribuição horizontal distintos no eixo Banhado-Lagoa, diferenciando as áreas livre, vegetada e de transição. Os detritos, as bactérias e o perifíton que ocorrem em quantidade no ecossistema devido à presença de elevada biomassa macrofítica, são importante fonte alimentar para o zooplâncton, em especial para os rotíferos e cladóceros. As macrófitas, através da contínua e elevada produção de detritos, disponibilizam recursos alimentares para as formas planctônicas. Esta ampla disponibilidade alimentar, provavelmente contribuiu para a existência do gradiente crescente da densidade destes grupos zooplanctônicos no sentido Lagoa-Banhado (Figura 13). Os estandes de macrófitas aquáticas podem servir como um refúgio espacial contra a predação por outros invertebrados ou peixes (Lauridsen & Buenk, 1996) abrigando portanto, maior densidade de organismos do zooplâncton.

A predação por peixes é outro fator que pode conduzir a uma heterogeneidade espacial do zooplâncton entre as regiões vegetada e livre (Tabela V). Os estandes de macrófitas têm sido considerados como uma eficiente área de refúgio para as comunidades zooplanctônicas, além de influenciarem no estabelecimento das interações presa-predador (Bertolo *et al.*, 1999). Por sua vez, estas interações dependem das interações entre os peixes piscívoros e planctívoros, assim como do seu habitat preferencial para alimentação e desova.

A influência destes fatores pode determinar a ocorrência do zooplâncton em maior quantidade na área vegetada, ou na área livre. Para alguns peixes, o forrageamento por zooplâncton é dificultado no interior dos estandes de macrófitas (Diehl, 1988; Engels, 1988), diminuindo a eficiência da predação (Winfield, 1986;

Tatrái & Herzig, 1995), e favorecendo a permanência do zooplâncton na região vegetada. Nas situações em que os peixes piscívoros encontram-se dominantes na zona de banhado, os peixes planctívoros podem ser forçados a deixar o banhado (Jacobsen & Perrow, 1998), podendo assim aumentar a utilização da zona litoral como refúgio para o zooplâncton. Por outro lado, quando os piscívoros são dominantes na zona livre de vegetação, podem forçar os planctívoros a procurarem refúgio nas macrófitas (Eklöv, 1992; Bean & Winfield, 1995; Schindler, 1999), e conseqüentemente reduzir a eficiência de uso do refúgio pelos organismos zooplanctônicos.

A maioria dos estudos sobre a utilização da zona litoral pelo zooplâncton contra a predação é realizada em lagos de regiões temperadas, tendo como enfoque os cladóceros de grande porte, os quais são mais suscetíveis à predação visual por peixes. Sendo assim, para extrair conclusões sobre os padrões nos sistemas tropicais são necessárias maiores evidências experimentais (Burks *et al.*, 2002).

Os padrões revelados indicam que a disponibilidade de recursos alimentares e a pressão de predação por peixes sobre o zooplâncton, possivelmente são os principais atuantes na manutenção da heterogeneidade espacial, visto que a variação dos fatores químicos e físicos atuantes no eixo Banhado-Lagoa, na sua grande maioria, não demonstrou distinção espacial significativa (Capítulo 2, Tabela IX e Tabela XI).

Padrões temporais característicos do eixo Banhado-Lagoa

A comunidade de zooplâncton apresentou padrões bastante distintos temporalmente, quanto à riqueza específica (Tabela IV) e à densidade dos organismos (Tabela VI). Os elevados níveis hidrológicos em Agosto (Capítulo 2, Tabela VIII), permitiram a disponibilização de diversos refúgios e nichos devido à ampla conexão entre os habitats, período que demonstrou os máximos valores de densidade do zooplâncton total. As variações dos diversos fatores ambientais tais como, o fluxo e a velocidade da corrente, a quantidade de material suspenso, as densidades do fitoplâncton, das larvas de peixes e dos peixes adultos podem estar influenciadas pelas oscilações dos níveis em um delineamento local.

Os elevados níveis d'água observados em Agosto proporcionaram a ocorrência do zooplâncton em grande densidade, assim como em elevada riqueza específica devido à incorporação dos indivíduos da zona litoral, além da presença de diversas espécies de ocorrência exclusiva neste período, mais precisamente no habitat Banhado (Figura 17). Processos similares de incremento da riqueza após inundações foram observados em lagos do Alto Rio Paraná, Rio Paraná Médio, Amazonas e Orinoco (Carvalho, 1983; Vasquez, 1984; Corrales & Frutos, 1985; Paggi & Jose de Paggi, 1990; Campos *et al.*, 1996). Do mesmo modo, com os níveis d'água baixos é de se esperar uma redução nos habitats e conseqüente diminuição tanto da riqueza, quanto da densidade zooplanctônica. Os baixos níveis d'água observados em Fevereiro (Capítulo 2, Tabela VIII) levaram a uma desconexão entre os ambientes e conseqüente redução dos habitats no eixo Banhado-Lagoa, quando o ponto Banhado foi considerado ausente por não apresentar lâmina d'água. As desconexões e reduções dos habitats provavelmente determinaram a ocorrência das menores densidades e da menor riqueza específica da comunidade.

A predação por peixes pode ser um fator controlador das densidades do zooplâncton, assim como da estrutura de tamanho dos organismos predominantes no sistema aquático. O lambari *Astyanax fasciatus* foi a espécie mais abundante nas lagoas internas do Banhado do Taim durante o período de verão (Fevereiro/2001), enquanto que no período de inverno (Julho/2001) não foi registrada a ocorrência de espécies pertencentes ao grupo dos lambaris (Bemvenuti, 2002). Estudos realizados nas lagoas costeiras do RS sobre a preferência alimentar de *Astyanax* indicaram os copépodos e cladóceros como os invertebrados mais utilizados, além das larvas de peixes (Güntzel, 1995). Assim sendo, a predominância de espécies de pequeno porte e a ocorrência das maiores e menores densidades zooplanctônicas, respectivamente em Agosto/2002 e Fevereiro/2003, representam um forte indicativo de predação seletiva por peixes.

As elevadas concentrações de clorofila *a* observadas nos meses de Fevereiro e Junho (Capítulo 2, Tabela VIII), possivelmente estão relacionadas com a baixa densidade de zooplâncton observada. O fitoplâncton pode provocar limitações no desenvolvimento das populações zooplanctônicas devido à interferências mecânicas ou à ação de alguns metabólitos que podem ser tóxicos, principalmente aos cladóceros e copépodos, os quais tiveram suas densidades reduzidas nestes períodos (Figura 13).

REFERÊNCIAS CITADAS

- Allan, J. D. 1976. Life history patterns in zooplankton. *The American Naturalist*, 110 (971): 165-180.
- APHA. 1995. Standard methods for examination of water and wastewater. American Public Health Association. Washington. 1268p
- Bemvenuti, M. A. 2002. Caracterização bioecológica da fauna de peixes do Sistema Hidrológico do Taim. In: Motta Marques, D. M. L. (coord.). Sistema Hidrológico do Taim Site 7 - Relatório PELD/CNPq Outubro 2001/Setembro 2002. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre, 43p.
- Bean, C. W. & Winfield, I. J. 1995. Habitat use and activity patterns of roach (*Rutilus rutilus*), rudd (*Scardinius erythrophthalmus* L.), perch (*Perca fluviatilis*) and pike (*Esox lucius*) in the laboratory: the role of predation threat and structural complexity. *Ecology of Freshwater Fish*, 4: 37-46.
- Bertolo, A.; Lacroix, G.; Lescher-Moutoué, F. & Sala, S. 1999. Effects of physical refuges on fish-plankton interactions. *Freshwater Biology*, 41: 795-808.
- Branco, C. W. C. 1998. Composição e aspectos ecológicos das comunidades zooplanctônicas nas lagoas Imboassica, Cabiúnas e Comprida. In: Esteves, F. A. (ed.). *Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé*, NUPEM/UFRJ, Rio de Janeiro. P.247-271.
- Burks, R. L.; Lodge, D. M.; Jeppesen, E. & Lauridsen, T. L. 2002. Diel horizontal migration of zooplankton: costs and benefits of inhabiting the littoral. *Freshwater Biology*, 47: 343-365.
- Campos, J. R. C.; Lansac-Tôha, F. A.; Nunes, M. A.; Garcia, A. P. P. & Prado, F. R. 1996. Composição da comunidade zooplanctônica de três lagoas da Ilha Porto Rico na planície de inundação do Alto Rio Paraná. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 8: 183-194.
- Cardoso, L. S. 2001. Variações da estrutura planctônica da Lagoa Itapeva (Sistema Lagunar Costeiro do Rio Grande do Sul) em função da hidrodinâmica. IPH/UFRGS. 466p. (Tese).
- Carvalho, M. L. 1983. Efeitos da flutuação do nível d'água sobre a densidade e composição do zooplâncton em um lago da várzea, Amazonia, Brasil. *Acta Amazonica*, 13 (5/6): 715-724.
- Corrales, M. A. & Frutos, M. S. 1985. Estudio preliminar del zooplancton de la laguna Sirena (Corrientes, Argentina). *Physis B*, 43 (104): 43-48.
- Dajoz, R. 1973. *Ecologia Geral*. Vozes, Petrópolis. 471p.
- Diehl, S. 1988. Foraging efficiency of three freshwater fishes: effects of structural complexity and light. *Oikos*, 53: 207-214.

- Dioni, W.L. 1968. Investigación preliminar de la estructura básica de las asociaciones de la micro y mesofauna de las raíces de las plantas flotantes. *Acta Zool. Lilloana*, 23: 111-138.
- Dodson, S. I. 2001. Zooplankton communities of restored depressional wetlands in Wisconsin, USA. *Wetlands*, 21 (2): 292-300.
- Eklöv, P. 1992. Group foraging versus solitary foraging efficiency in piscivorous predators: the perch, *Perca fluviatilis*, and pike, *Esox lucius*, patterns. *Animal Behaviour*, 44: 313-326.
- El Moor-Loureiro, L. M. A. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Universa, Brasília. 156p.
- Engels, S. 1988. The role and interactions of submersed macrophytes in a shallow Wisconsin lake. *Journal of Freshwater Ecology*, 4: 329-340.
- 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 Limnologica Brasiliensia*, 8: 37-57.
- Espíndola, E. L. G.; Matsumura-Tundisi, T.; Rietzler, A. C. & Tundisi, J. G. 2000. Spatial heterogeneity of the Tucuruí Reservoir (State of Pará, Amazoni, Brazil) and the distribution of zooplanktonic species. *Rev. Bras. Biol.*, X: 179-194.
- Gotelli, N. J. & Entsminger, G. L. 1999. EcoSim: null models software for ecology. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. <http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>
- Gower, J. C. 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*, 53: 325-338.
- Green, J. 1972b. Freshwater ecology in the Mato Grosso, Central Brazil. III. Associations of Rotifera in meander lakes of Rio Suiá Missu. *J. Nat. Hist.*, 6: 229-241.
- Güntzel, A.M. 1995. Estrutura e variação espaço-temporais da comunidade zooplânctonica na Lagoa Caconde, Osório, RS. Porto Alegre, CPG Ecologia/UFRGS. 128p. (Dissertação).
- Hurlbert, S. H. 1971. The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52: 577-586.
- Jacobsen, L. & Perrow, M. R. 1998. Predation risk from piscivorous fish influencing the diel use of macrophytes by planktivorous fish in experimental ponds. *Ecology of Freshwater Fish*, 7: 78-86.
- Koste, W. 1978b. Rotatoria. Die radertiere mitteleuropas II. Textband GebrüderBorntraeger, Berlin. 234p.

- Krebs, C. J. 1978. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row Publishers. New York. 678p.
- Lansac-Tôha, F.A.; Lima, A.F.; Thomas S.M. & Roberto, M.C. 1992. Zooplâncton de uma planície de inundação do rio Paraná. I. Análise qualitativa e estrutura da comunidade. Revista Unimar, 14 (Supl.): 35-55.
- Lansac-Tôha, F.A.; Lima, A.F.; Thomas S.M. & Roberto, M.C. 1993. Zooplâncton de uma planície de inundação do rio Paraná. II. Variação sazonal e a influência dos níveis fluviométricos sobre a comunidade. Acta Limnol. Brasil., 6: 42-55.
- Lauridsen, T. L. & Buenk, I. 1996. Diel changes in the horizontal distribution of zooplankton in the littoral zone of two shallow eutrophic lakes. Arch. Hydrobiol., 137 (2): 161-176.
- Legendre, P. & Legendre, L. 1998. Numerical Ecology. Elsevier Science B. V., Amsterdam. 853 p.
- Lewis, W. M. 1977. Feeding selectivity of a tropical *Chaoborus* population. Freshwater Biology, 7: 311-325.
- Lima, A. F. 1994. Microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) de uma lagoa marginal de um rio da planície de inundação do alto rio Paraná (MS). Maringá, Universidade Estadual de Maringá/UEM. 59p. (Dissertação).
- Lobo, E. & Leighton, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. Ver. Biol. Mar. Valparaíso, 22: 1-29.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Chapman and Hall, New York. 179p.
- Montú, M.; Goeden, I.M. 1986. Atlas dos Cladocera e Copepoda (Crustacea) do estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul, Brasil). Nerítica, 1 (2): 1-34.
- Motta Marques, D. M. L.; Irgang, B. & Giovannini, S. G. T. 1997. A Importância do Hidroperíodo no Gerenciamento de água em Terras  midas (Wetlands) com Uso Múltiplo: o caso da Esta o Ecológica do Taim. In: anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Vitória. p. 1-8. v.3.
- Motta Marques, D. M. L., Tucci, C., Calazans, D., Callegaro, V. L. M., Villanueva, A. 2002. O Sistema Hidrológico do Taim Site 7. pp. 127-144. In: Seeliger, U., Cordazzo, C., Barbosa, F. (eds.) Os Sites e o Programa Brasileiro de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração. Belo Horizonte.
- Neumann- Leitão, S. & Nogueira-Paranhos, J.D. 1989. Zooplâncton do rio São Francisco – Região Nordeste do Brasil. Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE, 20: 173-196.

- Nogueira, M. G. & Mastsumura-Tundisi, T. 1996. Limnologia de um sistema artificial raso (Represa do Monjolinho-São Carlos, SP). Dinâmica das populações planctônicas. *Acta Limnol. Bras.*, 8: 149-168.
- Nunes, M. A.; Lansac-Tôha, F. A.; Bonecker, C. C.; Roberto, M. C. & Rodrigues, L. 1996. Composição e abundância do zooplâncton de duas lagoas do Horto Florestal Dr. Luiz Teixeira Mendes, Maringá, Paraná. *Acta Limnol. Brasil.*, 8: 207-219.
- Olivier, S. R. 1962. Los cladoceros argentinos. *Revista del Museo de La Plata*, VII. 173-269.
- Olivier, S. R. 1965. Rotíferos planctônicos de Argentina com claves de las principales especies, datos biológicos y distribución geográfica. *Revista del Museo de La Plata*, VIII, 63, 176-270.
- Orlóci, L. 1967. An agglomerative method for classification of plant communities. *Journal of Ecology* 55: 195-205.
- Paggi, J. C. & Jose de Paggi, S. 1990. Zooplâncton de ambientes lóticos e lênticos do rio Paraná Médio. *Acta Limnol. Brasil.*, 3: 685-719.
- Paterson, M. 1993. The distribution of microcrustacea in the littoral zone of a freshwater lake. *Hydrobiologia*, 236: 173-183.
- Pillar, V. D. 1998. Sampling sufficiency in ecological surveys. *Abstracta Botanica*, 22: 37-48.
- Pillar, V. D. 1999a. The bootstrapped ordination reexamined. *Journal of Vegetation Science*, 11: 895-902.
- Pillar, V. D. 1999b. How sharp are classifications? *Ecology*, 80 (8): 2508-2516.
- Pillar, V. D. 2001. MULTIV software para análise multivariada, testes de aleatorização e auto-reamostragem *bootstrap*. Porto Alegre, Departamento de Ecologia, UFRGS.
- Pillar, V. D. 2002. Syncsa software for character-based community analysis. Porto Alegre, Departamento de Ecologia, UFRGS.
- Pillar, V. D. & Orłóci, L. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* x: 585-592.
- Podani, J. 2000. Introduction to the Exploration of Multivariate Biological Data. Backhuys Publishers, Leiden. 407 p.
- Quade, H. W. 1962. Cladoceran faunas associated with aquatic macrophytes in some lakes in northwestern Minnesota. *Ecology*, 50 (2): 170-179.

- Reid, J. W. 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da Ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). Bolm. Zool., 9: 17-143.
- Robertson, B. A. & Hardy, E. R. 1984. Zooplankton of Amazonian lakes and rivers. The Amazon. Monographic Biological, 56: 337-352.
- Rocha, O. & Matsumura-Tundisi, T. 1976. Atlas do zooplâncton da Represa do Lobo (Broa). UFSCar, São Carlos, Série Atlas, v.1. 68p.
- Rolla, M.E; Dábés, M.B.G.S.; França, R.C. & Ferreira E.M.V.M. 1992. Inventário limnológico do rio Grande na área de influência da futura usina hidrelétrica (VHE) de Igarapava. Acta Limnol. Brasil., 4: 139-162.
- Schindler, D. E. 1999. Migration strategies of young fishes under temporal constraints: the effect of size-dependent overwinter mortality. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 56:61-70.
- Schwarzbald, A. & Schäfer, A. 1984. Gênese e morfologia das Lagoas Costeiras do Rio Grande do Sul - Brasil. Amazoniana, 9 (1): 87-104.
- Sendacz, S. Estudo da comunidade zooplanctônica de lagos marginais do Rio Paraná Superior. São Paulo, Instituto de Biociências/USP. 177p.
- Smirnov, N. N. 1974. Fauna of the URSS-Crustacea (Chydoridae). Peter Publishing House Ltd, Jerusalém. 644p.
- Smirnov, N. N. 1996. Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the world. SPB Academic Publishing, Amsterdam. 197p.
- Spohr-Bacchin, M. 1994. A comunidade zooplanctônica da Lagoa Emboaba, Tramandaí, RS: estrutura e variação sazonal. Porto Alegre, CPG Ecologia/UFRGS. 112p. (Dissertação).
- Timms, R. M. & Moss, B. 1984. Prevention of growth of potentially dense phytoplankton populations by zooplankton grazing, in the presence of zooplanktivorous fish, in a shallow wetland ecosystem. Limnol. Oceanogr., 29 (3): 472-486.
- Tatrái, I. & Herzig, A. 1995. Effects of habitat structure on the feeding efficiency of young stages of razor fish (*Pelecus cultratus* L.): an experimental approach. Hydrobiologia, 200/201: 229-240.
- Vásquez, E. 1984. El zooplancton de la sección baja de un río de aguas negras (rio Caroni) y de embalse hidroeléctrico (Macaguá I), Venezuela. Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle, 41: 109-130.
- Vásquez, E. 1984. Estudios de las comunidades de rotíferos del Orinoco medio, bajo Caroní y algunas lagunas de inundación (Venezuela). Mem. Soc. Ci. Nat. La Salle, 44: 95-108.

-
- van Donk, E. & van de Bund, W. J. 2001. Impact of submerged macrophytes including charophytes on phyto-and zooplankton communities: allelopathy versus other mechanisms. *Aquatic Botany*, 1524: 1-14.
- Velho, L. F. M.; Lansac-Tôha, F. A. & Bini, L. M. 2003. Influence of environmental heterogeneity on the structure of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) assemblages in the plankton of the Upper Paraná River Floodplain, Brazil. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, 88 (2): 154-166.
- Ward, J. H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of American Statistical Association*, 58: 236-244.
- Wetzel, R. G. 1981. *Limnology*. Saunders College Publishing, Philadelphia. 543p.
- Winfield, I. J. 1986. The influence of simulated aquatic macrophytes on the zooplankton consumption rate of juvenile roach, *Rutilus rutilus*, rudd, *Scardinius erythrophthalmus*, and perch, *Perca fluviatilis*. *Journal of Fish Biology*, 29: 37-48.

CAPÍTULO 3. VARIAÇÃO HORIZONTAL E TEMPORAL DAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS E SUA RELAÇÃO COM A COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA ASSOCIADA A BANHADO E LAGOA INTERNA NO SISTEMA HIDROLÓGICO DO TAIM, COSTA SUL DO RIO GRANDE DO SUL

INTRODUÇÃO

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul, onde se encontra o Sistema Hidrológico do Taim, situa-se entre os paralelos 29°12' e 33°48' de latitude sul e os meridianos de 49°40' e 53°30' de longitude oeste. Possui uma extensão aproximada de 640 km e abrange uma superfície aproximada de 22.740 Km² de terras emersas e 14.260 km² de superfícies de lagoas e lagunas, num total de 37.000 km² (Schwarzbald & Schäfer, 1984).

O Banhado do Taim apresenta densos estandes de macrófitas aquáticas e associadas a estes, comunidades planctônicas, da mesma forma que na vegetação característica das margens de rios e lagoas. Estas comunidades podem ser influenciadas pelas flutuações dos níveis d'água, assim como pela composição de espécies, sombreamento e alelopatia dos estandes de macrófitas (van Donk & van de Bund, 2001), ou ainda, por mecanismos indiretamente influenciados pelos estandes, tais como perfil, velocidade, direção de fluxo, nível d'água, sua permanência no estande e a tipologia geral dos fatores físicos (Motta Marques *et al.*, 1997). Ademais, o Banhado do Taim é um sistema de passagem de água de uma

lagoa (Lagoa Mangueira) para outra (Lagoa Mirim), associado a uma vasta área de monocultura de arroz irrigado, aumentando assim, a sua complexidade e possível papel modificador desta água (Motta Marques *et al.*, 2002).

Os habitats banhado e lagoa apresentam diferenças estruturais que determinam variações das características hidrológicas e limnológicas, assim como da dinâmica das comunidades aquáticas. Devido à presença da vegetação macrofítica, os diversos processos que ocorrem em ecossistemas de banhados interferem na cadeia trófica e na estrutura das comunidades. Alguns estudos têm demonstrado a importância das macrófitas aquáticas na cadeia trófica de lagos rasos (Carpenter & Lodge, 1986; Moss, 1990; Jeppesen *et al.*, 1999).

As macrófitas aquáticas podem competir com o fitoplâncton e o perifíton por nutrientes, como nitrogênio e fósforo, entre outros recursos (Ozimek, *et al.*, 1990; van Donk *et al.*, 1993). Ademais, as condições no interior dos estandes de macrófitas podem aumentar a desnitrificação (Weisner *et al.*, 1994), contribuindo para o decréscimo da disponibilidade de nitrogênio para o crescimento do fitoplâncton. Efeitos sobre o fitoplâncton podem afetar os níveis tróficos superiores, como o zooplâncton e os peixes. A vegetação macrofítica pode servir como área de refúgio e alimentação para peixes e invertebrados, como também de substrato para o perifíton (van Donk & van de Bund, 2001).

Outra forma de interferência das macrófitas na estrutura das comunidades é através da produção de substâncias alelopáticas, ou seja, substâncias químicas que podem afetar o zooplâncton (Burks *et al.*, 2002), o fitoplâncton e o perifíton (Wium-Andersen *et al.*, 1982; Jasser, 1995), por meio de diversos mecanismos, tal como a inibição de seu crescimento.

Os banhados são dinâmicos e com alta variabilidade espacial e temporal de suas características físicas e químicas, e produzem diferenças qualitativas e quantitativas na organização estrutural de suas comunidades. Considerando a importância dos estandes para o desenvolvimento das comunidades planctônicas, o objetivo do presente trabalho foi analisar as variações horizontais e temporais das características ambientais e a sua potencial relação com a variação da comunidade zooplanctônica no eixo Banhado-Lagoa interna.

Área de estudo

O Sistema Hidrológico do Taim (2.254 km²), que inclui o Banhado do Taim, faz parte de uma região de áreas alagáveis contínuas, caracterizada por banhados e lagoas de água doce, em uma dinâmica de baixo relevo entre o Oceano Atlântico e a Lagoa Mirim (32° 20' e 33° S e 52° 20' e 52° 45'W) (Capítulo 1, Figura 2 e Figura 3). Este sistema localiza-se nos municípios de Santa Vitória do Palmar e de Rio Grande, sul do Estado do Rio Grande do Sul. O Banhado do Taim é uma área muito plana, de aproximadamente 170 km², com uma ligeira declividade no sentido oeste a leste, e no sentido sul a norte. Situa-se entre 2 m e 2,5 m sobre o nível do mar e inclui duas lagoas internas, Nicola e Jacaré. O fluxo da água no banhado é caracterizado pelas baixas velocidades superficiais devido à presença das macrófitas aquáticas e de biomassa considerável (Motta Marques *et al.*, 2002). A Lagoa Jacaré é um sistema lagunar raso, com uma área de aproximadamente 1,45 km² (Schwarzbold & Schäfer, 1984).

MATERIAL E MÉTODOS

Locais de amostragem

Ver Capítulo 1, p.21.

Delineamento amostral

Ver Capítulo 1, p.24.

Amostragem da água para análise das características ambientais

A coleta da água foi realizada concomitantemente à coleta do zooplâncton. As amostras de água superficial foram coletadas com a utilização de Garrafa de Van Dorn. Estas amostras foram analisadas no Laboratório de Tecnologias Ambientais do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH/UFRGS) para obtenção dos dados referentes às seguintes variáveis ambientais: clorofila *a*, DQO (demanda química de oxigênio), fósforo total, nitrogênio total e série sólidos (sólidos inorgânicos, sólidos orgânicos e sólidos totais). Os dados de nitrogênio referentes à amostragem de Agosto/2002 não constam nos resultados em decorrência de um problema na análise destas amostras.

Através da colocação da sonda YSI 6920[®] (Yellow Spring Instruments) (Anexo VI) na coluna d'água, foram obtidos os dados de condutividade elétrica, OD (oxigênio dissolvido), pH (potencial hidrogeniônico), profundidade do local de coleta e temperatura da água.

Uma torre de medição contínua das variáveis hidrometeorológicas encontra-se instalada no Banhado do Taim (Estação Arroio Negreiros), próxima aos locais de coleta (Anexo VII). No topo da torre, existe um compartimento com porta, no qual se encontram o linígrafo IPH (nível d'água) e a estação meteorológica Davis[®]. Esta estação inclui termômetro, pluviômetro e anemômetro (direção e velocidade do vento). A torre é alimentada por bateria e painel solar. Estes equipamentos têm comunicação com o computador via porta serial, permitindo que os dados armazenados por um certo período de tempo sejam descarregados em formato ASCII* (*American Standard Code for Information Interchange*), e posteriormente armazenados em planilha de cálculo.

* Código padrão americano para troca de informações=conjunto de números representando caracteres ou instruções de controle, usado para troca de informações entre computadores, periféricos (teclado, monitor, impressora) e outros dispositivos.

Tabela VII: Métodos utilizados para análise das variáveis ambientais do eixo Banhado-Lagoa, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

Variável	Unidade	Método
Condutividade Elétrica	µS/cm	Sonda YSI APHA (1995) 2-43
Clorofila a	µg/l	Cetesb (1990) L5.306
DQO	mg/l	Kit Merck Espectrofotômetro SQ 118 (método 132)
Fósforo Total	µg/l	Mackereth <i>et al.</i> (1989)
Nitrogênio Total	µg/l	APHA (1995) 4-100
Nível d'água	m	Linígrafo Estação Meteorológica Davis®
OD	mg/l	Sonda YSI APHA (1995) 4-98
pH	—	Sonda YSI APHA (1995) 4-66
Precipitação	mm	Pluviômetro Estação Meteorológica Davis®
Profundidade (do local da coleta)	m	Sonda YSI
Série Sólidos	mg/l	APHA (1995) 2-58
Temperatura da Água	°C	Sonda YSI APHA (1995) 5-59
Profundidade Secchi	m	Disco de Secchi Wetzel (1993)
Velocidade do Vento	m/s	Anemômetro Estação Meteorológica Davis®

Análises estatísticas dos dados

Visando revelar padrões espaciais e temporais das variáveis ambientais, os dados obtidos foram submetidos à análise exploratória multivariada, através dos métodos de ordenação e agrupamento (métodos descritos em Legendre & Legendre, 1998; Podani, 2000). A medida de semelhança utilizada foi distância euclidiana entre unidades amostrais, com os dados normalizados dentro de variáveis. O agrupamento hierárquico das unidades amostrais foi realizado pelo método de Variância Mínima, também conhecido como Soma de Quadrados (Ward, 1963; Orlóci, 1967). A ordenação das unidades amostrais foi efetuada através da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) (Gower, 1966).

Para avaliar a estabilidade dos eixos de ordenação, a nitidez dos grupos gerados e a suficiência amostral dos padrões revelados em ambas análises, foi empregado o método de auto-reamostragem *bootstrap* (Pillar, 1998, 1999a e 1999b). Este método encontra-se detalhado no Capítulo 1 (p.29). As probabilidades foram geradas em 1000 iterações de auto-reamostragem, considerando como limiar para a sua interpretação $P=0,1$. No caso de avaliação de significância dos eixos de ordenação, probabilidades abaixo do limiar indicam que o eixo de ordenação é significativo e merecedor de interpretação (Pillar, 1999b). Na avaliação de nitidez de grupos, probabilidades abaixo do limiar indicam que os grupos são difusos, não nítidos (Pillar, 1999a).

Análises de variância com teste de aleatorização (Pillar & Orlóci, 1996) foram realizadas para avaliar a distinção entre pontos e períodos de amostragem, considerando tanto o conjunto de variáveis ambientais quanto as variáveis

individualmente. As probabilidades foram geradas em 1000 permutações aleatórias. O limiar considerado para interpretação da H_0 foi $P=0,1$.

Com o objetivo de verificar quais variáveis ambientais teriam máxima associação com a variação da estrutura da comunidade zooplânctônica foram realizadas análises através do método de congruência conforme descrito em Pillar & Orłóci (1993). A congruência é uma medida de correlação matricial $\gamma(D; \Delta)$, onde D é a matriz de distâncias entre as comunidades aos pares com base na sua estrutura multivariada e Δ é a matriz de distâncias entre os sítios das mesmas comunidades com base em uma ou mais variáveis ambientais. Nesse caso, a correlação matricial calculada foi a correlação de Pearson dos elementos da metade superior (ou inferior) de uma matriz em relação aos elementos correspondentes da outra matriz. Em D foram usadas distâncias euclidianas e em Δ , distâncias euclidianas com normalização dos dados. O método consiste em examinar, passo a passo, todas as p variáveis ambientais quanto ao respectivo nível de congruência $\gamma(D; \Delta)$ em relação às mesmas comunidades, de forma a determinar a variável que maximiza a congruência; a seguir são examinados todos os subconjuntos de duas variáveis de forma a determinar qual delas agregada à primeira maximiza a congruência, e assim sucessiva e cumulativamente até chegar ao conjunto com as p variáveis.

A significância da correlação matricial do subconjunto de variáveis ambientais com máxima congruência foi avaliada pelo teste de Mantel (1967). Os vetores da matriz Δ são permutados aleatoriamente, gerando uma matriz de estrutura aleatória, a qual é então correlacionada com a matriz D . O processo é repetido muitas vezes, e o produto final é um valor de probabilidade (Podani, 2000). Tal probabilidade $P(\gamma^* \geq \gamma)$ corresponde ao número de vezes em que a correlação $\gamma(D; \Delta)$ obtida por aleatorização foi igual ou superior à obtida entre as matrizes originais, dividido pelo

número de iterações; no presente trabalho foram utilizadas 1000 iterações. A interpretação do resultado é feita pela aceitação ou rejeição de uma hipótese nula (H_0). De acordo com H_0 , as matrizes são independentes, ou seja, os padrões de variação das comunidades não estão relacionados aos da variação do ambiente. Se essa probabilidade gerada foi inferior ao limiar estabelecido, neste trabalho $P=0,1$, H_0 é rejeitada.

Para a realização das análises estatísticas foram utilizados os aplicativos computacionais Multiv (Pillar, 2001) e Syncsa (Pillar, 2002).

RESULTADOS

Flutuações horizontais e temporais das características ambientais no eixo Banhado-Lagoa interna

De acordo com os resultados obtidos, foi possível identificar uma forte heterogeneidade temporal em função da variação dos valores de determinadas características ambientais em cada período amostrado. No entanto, grande parte destas não apresentou variação significativa em relação aos ambientes Banhado, Interface ou Lagoa.

Algumas características ambientais apresentaram variações temporais bastante pronunciadas (Tabela VIII). As concentrações de clorofila *a* variaram entre 3,4 e 25,9 µg/l. Os valores mais elevados foram observados em Fevereiro, enquanto que as menores concentrações ocorreram em Agosto. O fósforo total apresentou concentrações que variaram de 9,8 a 31,2 µg/l. As maiores concentrações ocorreram em Junho, enquanto que as menores, assim como para clorofila *a*, foram observadas em Agosto.

A condutividade elétrica variou de 216,3 µS/cm em Agosto a 300,8 µS/cm em Fevereiro. O pH apresentou-se de neutro a levemente básico durante todo o período estudado, oscilando entre 7,2 e 7,5. A temperatura da água variou entre a mínima de 14°C no período de inverno, em Agosto, e a máxima de 26,5°C no período de verão, em Fevereiro. O nível d'água oscilou entre um mínimo de 3 m em Junho, e um máximo de 3,7 m em Agosto, representando mudanças bruscas.

Variações horizontais pronunciadas foram observadas para a variável profundidade. A profundidade do local de coleta variou entre um mínimo de 0,4 m a um máximo de 1,9 m, no Banhado, de 1,4 m a 1,8 m na Interface e de 2,6 m a 3,5 m na Lagoa.

Tabela VIII: Valores das variáveis ambientais no eixo Banhado-Lagoa, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

Variável	Ponto	Período			
		Agosto/02	Novembro/02	Fevereiro/03	Junho/03
Cl <i>a</i> (µg/l)	B	3,4	6,5	-	15,0
	I	4,4	5,9	25,9	8,5
	L	7,4	6,8	18,3	8,9
	Média	5,0	6,4	22,1	10,8
PT (µg/l)	B	10,1	13,5	-	31,2
	I	10,0	10,9	14,6	19,5
	L	9,8	15,5	12,0	19,1
	Média	10,0	13,3	13,3	23,3
NT (µg/l)	B	-	730,0	-	1555,7
	I	-	639,9	1770,6	1459,5
	L	-	525,0	1393,0	1267,2
	Média	-	631,6	1581,8	1427,5
DQO (mg/l)	B	38,3	40,8	-	27,5
	I	38,4	30,5	39,8	28,1
	L	35,4	27,0	21,1	20,0
	Média	37,4	32,8	30,4	25,2
OD (mg/l)	B	7,2	7,2	-	5,4
	I	7,2	7,2	6,9	3,5
	L	7,3	7,5	7,5	5,9
	Média	7,2	7,3	7,2	4,9
SI (mg/l)	B	140,2	123,3	-	144,5
	I	144,7	126,2	153,8	127,2
	L	92,0	129,5	144,7	133,2
	Média	125,7	126,3	149,2	135,0
SO (mg/l)	B	35,5	84,5	-	36,7
	I	54,9	74,4	52,3	32,2
	L	65,0	75,7	36,1	25,4
	Média	51,8	78,2	44,2	31,4
ST (mg/l)	B	175,7	207,8	-	181,2
	I	199,7	200,7	206,1	159,4
	L	157,0	205,2	180,8	158,6
	Média	177,5	204,6	193,5	166,4

Os valores de cada ponto de amostragem correspondem à média dos horários amostrados (n=2). As variáveis são: clorofila a (Cl *a*), fósforo total (PT), nitrogênio total (NT), demanda química de oxigênio (DQO), oxigênio dissolvido (OD), sólidos inorgânicos (SI), sólidos orgânicos (SO), sólidos totais (ST), condutividade elétrica (CE), pH, temperatura da água (T), profundidade Secchi (Sec), profundidade do local de coleta (Prf), nível d'água (Nível), precipitação (Pre) e velocidade do vento (V vto). Os pontos de amostragem são: Banhado (B), Interface (I) e Lagoa (L).

Tabela IX: Continuação.

Variável	Ponto	Período			
		Agosto/02	Novembro/02	Fevereiro/03	Junho/03
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	B	216,3	269,6	-	228,0
	I	216,3	272,8	300,8	234,6
	L	218,5	277,0	278,3	223,1
	Média	217,0	273,1	289,5	228,5
pH	B	7,2	7,2	-	7,5
	I	7,2	7,2	7,5	7,5
	L	7,3	7,5	7,5	7,5
	Média	7,2	7,3	7,5	7,5
T ($^{\circ}\text{C}$)	B	14,1	24,1	-	15,1
	I	14,1	24,8	26,5	14,6
	L	14,0	24,6	25,9	14,2
	Média	14,1	24,5	26,2	14,6
Sec (m)	B	1,3	1,5	-	0,4
	I	1,7	1,4	0,4	1,4
	L	2,6	1,6	0,8	1,9
	Média	1,9	1,5	0,6	1,2
Prf (m)	B	1,6	1,9	-	0,4
	I	1,8	1,6	1,6	1,4
	L	3,5	3,4	2,6	2,7
	Média	2,3	2,3	2,1	1,5
Nível (m)	B-L	3,7	3,5	3,1	3,0
Pre (mm)	B-L	0,1	0,0	0,0	5,8
V vto (m/s)	B-L	1,0	3,6	5,9	0,0

Os valores de cada ponto de amostragem correspondem à média dos horários amostrados ($n=2$). As variáveis são: clorofila a (Cl a), fósforo total (PT), nitrogênio total (NT), demanda química de oxigênio (DQO), oxigênio dissolvido (OD), sólidos inorgânicos (SI), sólidos orgânicos (SO), sólidos totais (ST), condutividade elétrica (CE), pH, temperatura da água (T), profundidade Secchi (Sec), profundidade do local de coleta (Prf), nível d'água (Nível), precipitação (Pre) e velocidade do vento (V vto). Os pontos de amostragem são: Banhado (B), Interface (I) e Lagoa (L).

Padrões horizontais e temporais das características ambientais

As análises de agrupamento e ordenação das unidades amostrais descritas pelas variáveis ambientais demonstraram padrões consistentes em grande parte relacionados aos diferentes períodos de amostragem, similarmente aos padrões de variação observados para a comunidade zooplanctônica (Capítulo 1, Figura 15 e Figura 17). De um modo geral, os pontos de amostragem não demonstraram distinção nítida das características ambientais.

A análise de agrupamento (Figura 20) revelou uma distinção de grupos possivelmente influenciada pela heterogeneidade temporal das características do ambiente aquático, sendo os grupos portanto, agrupados em função do período de amostragem.

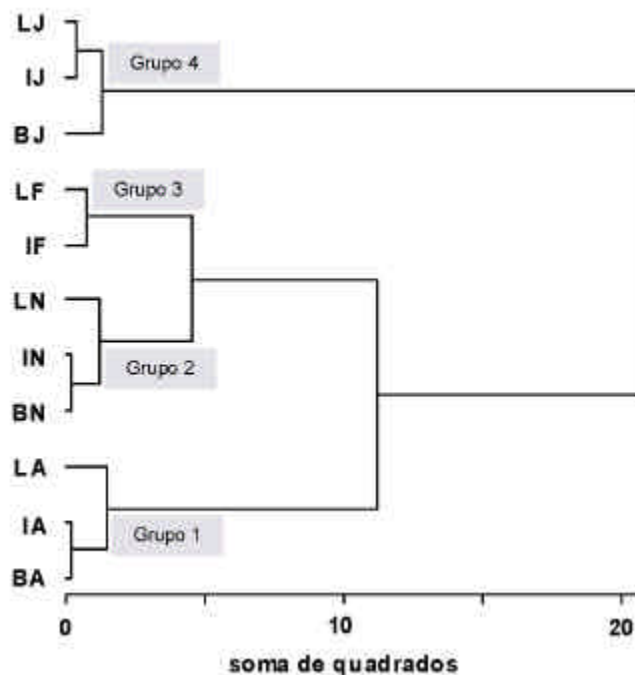


Figura 20: Dendrograma da análise de agrupamento das unidades amostrais do eixo Banhado-Lagoa descritas pelas variáveis ambientais, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS. A partição em quatro grupos é nítida conforme teste de auto-reamostragem *bootstrap*. As unidades amostrais estão representadas pelos códigos a seguir: BA (Banhado Agosto), IA (Interface Agosto), LA (Lagoa Agosto), BN (Banhado Novembro), IN (Interface Novembro), LN (Lagoa Novembro), IF (Interface Fevereiro), LF (Lagoa Fevereiro), BJ (Banhado Junho), IJ (Interface Junho) e LJ (Lagoa Junho).

O teste de auto-reamostragem *bootstrap* para o agrupamento das unidades amostrais mostrou a formação de quatro grupos nítidos avaliados com base nas probabilidades finais de cada curva ($P \geq 0,10$ indica nitidez) (Figura 21). A partir deste teste, verificou-se também uma tendência à suficiência amostral evidenciada pelo paralelismo das curvas com o eixo das abscissas.

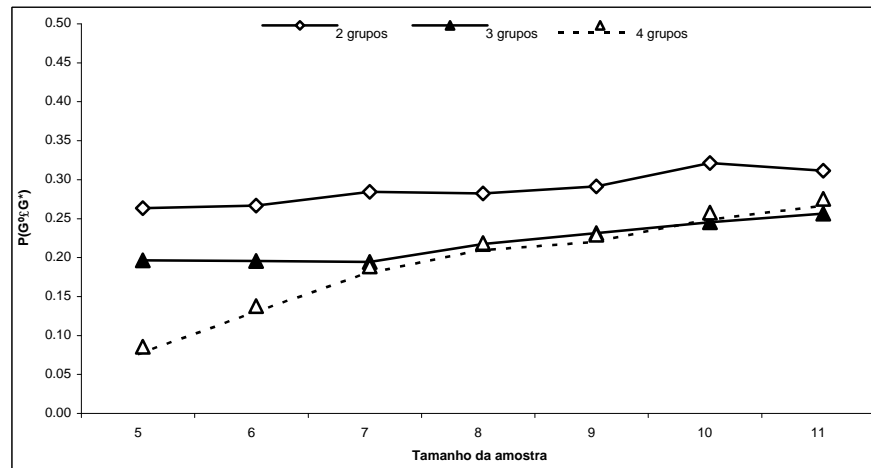


Figura 21: Probabilidades geradas pelo teste de auto-reamostragem *bootstrap* para nitidez de grupos e suficiência amostral da análise de agrupamento das unidades amostrais do eixo Banhado-Lagoa descritas pelas variáveis ambientais, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

A análise de ordenação com os dados das variáveis ambientais (Figura 22) demonstrou padrões distintos de distribuição relacionados com as variações ambientais nos diferentes períodos de amostragem, concordando com os padrões observados na análise de agrupamento (Figura 20). A ordenação concentrou 75,6% da variação total dos fatores ambientais nos dois primeiros eixos, onde o eixo 1 (horizontal) reuniu 43,3% e o eixo 2 (vertical), 32,3% desta variação. Os grupos nítidos formados na análise de agrupamento das unidades amostrais estão representados no diagrama de ordenação (Figura 22).

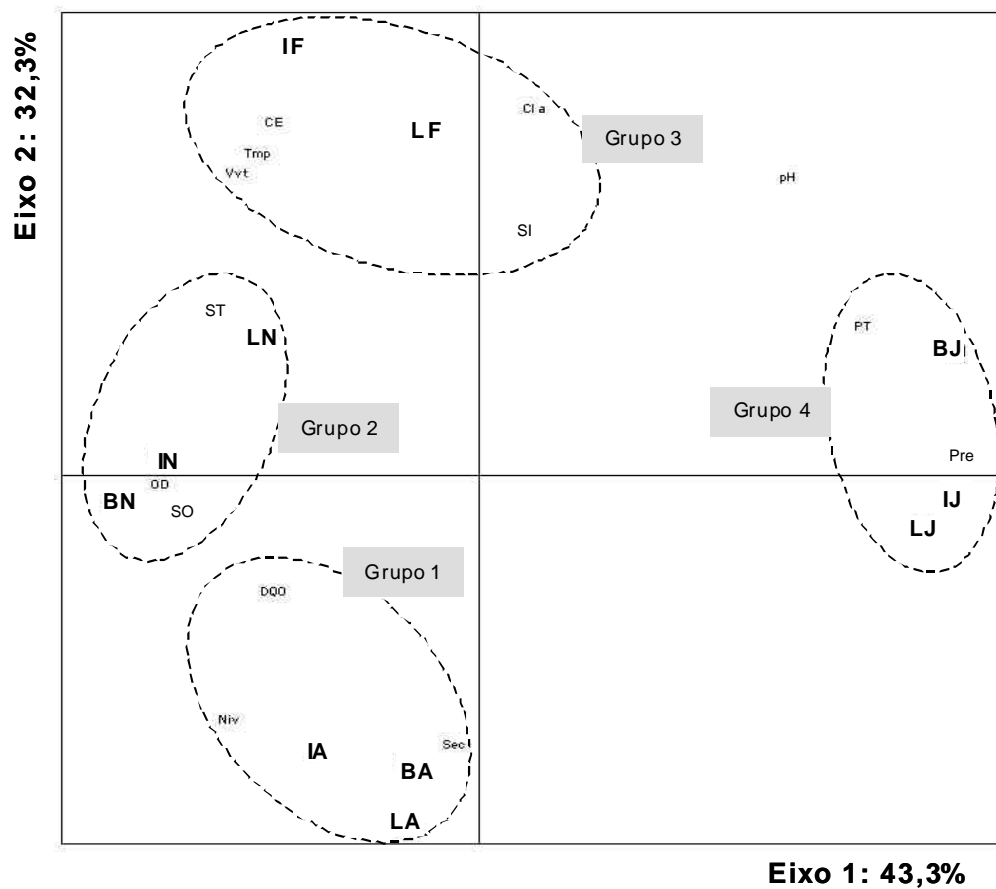


Figura 22: Diagrama de ordenação das unidades amostrais do eixo Banhado-Lagoa descritas pelas variáveis ambientais, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS. Os grupos nítidos obtidos na análise de agrupamento estão circulados. As unidades amostrais estão representadas em negrito pelos seguintes códigos: BA (Banhado Agosto), IA (Interface Agosto), LA (Lagoa Agosto), BN (Banhado Novembro), IN (Interface Novembro), LN (Lagoa Novembro), IF (Interface Fevereiro), LF (Lagoa Fevereiro), BJA (Banhado Junho), IJ (Interface Junho) e LJ (Lagoa Junho). As variáveis ambientais com correlação $r=|0,5|$ são: clorofila a (Cl a), condutividade elétrica (CE), demanda química de oxigênio (DQO), nível d'água (Niv), oxigênio dissolvido (OD), pH, precipitação (Pre), fósforo total (PT), profundidade Secchi (Sec), sólidos totais (ST), sólidos inorgânicos (SI), sólidos orgânicos (SO), temperatura da água (T) e velocidade do vento (Vvt).

O teste de auto-reamostragem *bootstrap* para a ordenação das unidades amostrais sugere uma tendência à suficiência amostral indicada pelo paralelismo das curvas com o eixo das abscissas (Figura 23). Foram registrados valores significativos de estabilidade considerando os dois primeiros eixos ($P= 0,097$) ($P \leq 0,10$ indica significância).

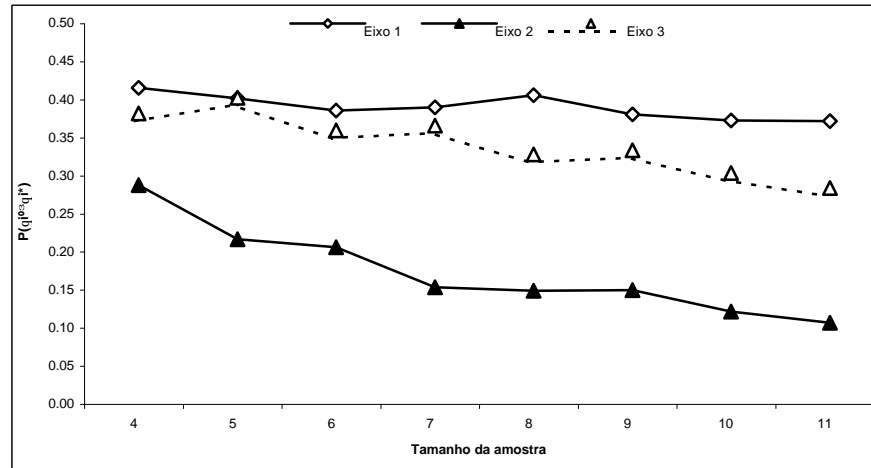


Figura 23: Estabilidade e suficiência amostral para os três primeiros eixos de ordenação das unidades amostrais descritas pelas variáveis ambientais no eixo Banhado-Lagoa, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

As variações temporais das características ambientais, ao longo dos meses estudados, foram mais pronunciadas do que as observadas entre os pontos de amostragem (no eixo Banhado-Lagoa) em cada campanha de coleta, visto que os pontos amostrais da mesma campanha estão mais próximos entre si, do que com os pontos das demais campanhas (Figura 22). Do mesmo modo, a comunidade zooplanctônica apresentou padrão semelhante ao observado para as características ambientais (Capítulo 1, Figura 17).

Os grupos formados distinguiram-se fortemente quanto às alterações temporais das características ambientais (Figura 20 e Figura 22). O primeiro grupo, representado pelo mês de Agosto, apresentou o maior nível d'água, bem como um percentual elevado de profundidade Secchi e as maiores concentrações de DQO. O grupo 2, representado por Novembro, caracterizou-se pelas elevadas concentrações de sólidos orgânicos e totais, assim como, pelas maiores concentrações de oxigênio dissolvido. O grupo 3, formado pelo mês de Fevereiro, esteve associado à elevada temperatura da água, alta condutividade elétrica, ocorrência de ventos mais velozes, bem como às maiores concentrações de clorofila *a* e sólidos inorgânicos. E o quarto grupo, caracterizado pelo mês de Junho, demonstrou as maiores concentrações de fósforo total e a maior precipitação.

A ocorrência do zooplâncton total em grande densidade e a predominância de cladóceros e copépodos nos períodos de Agosto e Novembro (Capítulo 1, Figura 17), provavelmente estão associadas às condições ambientais observadas nestes períodos, como os elevados níveis d'água, dentre as demais características (Figura 22). Da mesma forma que a ocorrência de baixas densidades do zooplâncton total e a predominância dos rotíferos em Fevereiro e Junho (Capítulo 1, Figura 12 e Figura 17), demonstram associação com as condições ambientais observadas nestes meses, tais como as elevadas temperaturas da água e altas concentrações de clorofila *a*, entre as demais (Figura 22; ver Anexo I). Os padrões de variação temporal observados representam um forte indicativo de que as mudanças na composição específica e na abundância dos organismos predominantes estão associadas às alterações das condições ambientais, onde cada período apresenta condições que são preferenciais para determinado grupo zooplanctônico.

A análise de variância com teste de aleatorização descrita pelo conjunto das variáveis ambientais para avaliar a distinção entre os ambientes banhado, interface e lagoa (Tabela IX) não revelou a existência de diferenças significativas ($P=0,809$), demonstrando que as características limnológicas apresentaram-se semelhantes no eixo Banhado-Lagoa. Tratando-se da distinção entre os períodos de amostragem (Tabela X) foi observada diferença significativa ($P=0,001$), confirmando a existência do padrão de variação temporal observado.

Tabela IX: Análise de variância com teste de aleatorização entre os pontos de amostragem do eixo Banhado-Lagoa descritos pelo conjunto de variáveis ambientais, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

Fonte de variação	$P(Q_b^0=Q_b)$
Entre grupos	0,809
Contrastes	
Banhado vs Interface	1,000
Banhado vs Lagoa	0,550
Interface vs Lagoa	0,648

* valores significativos ($P \leq 0,1$)

Tabela X: Análise de variância com teste de aleatorização entre os períodos de amostragem (Agosto/2002, Novembro/2002, Fevereiro/2003 e Junho/2003) descritos pelo conjunto de variáveis ambientais do eixo Banhado-Lagoa, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

Fonte de variação	$P(Q_b^0=Q_b)$
Entre grupos	0,001*
Contrastes	
Agosto vs Novembro	0,103
Agosto vs Fevereiro	0,116
Agosto vs Junho	0,112
Novembro vs Fevereiro	0,102
Novembro vs Junho	0,110
Fevereiro vs Junho	0,109

* valores significativos ($P \leq 0,1$)

A análise de variância com teste de aleatorização considerando as variáveis ambientais individualmente (Tabela XI), evidenciou a fraca distinção entre os pontos amostrais em relação às características ambientais, visto que foram observadas diferenças significativas apenas para a variável profundidade ($P=0,003$). Tratando dos períodos de amostragem, as variáveis ambientais que apresentaram as diferenças significativas mais relevantes foram clorofila *a* ($P=0,001$), condutividade elétrica ($P=0,001$), nível d'água ($P=0,001$), temperatura da água ($P=0,001$) e velocidade do vento ($P=0,001$).

Tabela XI: Análise de variância com teste de aleatorização entre os pontos e períodos de amostragem do eixo Banhado-Lagoa descritos pelas variáveis ambientais individualmente, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS.

Fonte de variação	P(Q _b ^o =Q _b)															
	Cl a (mg/l)	CE (mS/cm)	DQO (mg/l)	NT (mg/l)	Nível (m)	OD (mg/l)	pH	Pre (mm)	Prf (m)	PT (mg/l)	Sec (m)	SI (mg/l)	SO (mg/l)	ST (mg/l)	T (°C)	V vto (m/s)
Entre grupos	0,890	0,845	0,154	0,845	0,961	0,780	0,392	0,905	0,003*	0,878	0,394	0,620	0,987	0,536	0,857	0,825
Contrastes																
Banhado vs Interface	0,790	0,679	0,808	0,800	0,919	0,890	1,000	0,829	0,668	0,698	0,668	0,818	0,977	0,842	0,672	0,674
Banhado vs Lagoa	0,621	0,836	0,115	0,909	0,926	0,430	0,216	0,838	0,060*	1,000	0,289	0,605	0,976	0,471	0,713	0,669
Interface vs Lagoa	0,926	0,737	0,119	0,519	0,766	0,447	0,429	0,614	0,060*	1,000	0,347	0,488	0,878	0,353	0,713	0,769
Entre grupos	0,001*	0,001*	0,272	0,019*	0,001*	0,036*	0,056*	0,002*	0,734	0,069*	0,167	0,424	0,008*	0,073*	0,001*	0,001*
Contrastes																
Agosto vs Novembro	0,401	0,112	0,430	0,109	0,113	1,000	1,000	0,111	1,000	1,000	0,580	1,000	0,102	0,099*	0,096*	0,096*
Agosto vs Fevereiro	0,095*	0,110	0,635	-	0,110	1,000	0,113	0,103	0,878	0,001*	0,227	0,508	0,588	0,419	0,119	0,118
Agosto vs Junho	0,111	0,412	0,086	0,108	0,107	0,104	0,100	0,104	0,490	0,099*	0,485	0,902	0,214	0,686	0,107	0,110
Novembro vs Fevereiro	0,101	0,174	0,895	-	0,111	1,000	0,390	0,001*	0,886	1,000	0,116	0,096	0,111	0,398	0,102	0,100
Novembro vs Junho	0,108	0,094*	0,308	0,489	0,109	0,084*	0,402	0,106	0,512	0,304	0,790	0,219	0,106	0,109	0,108	0,097*
Fevereiro vs Junho	0,108	0,108	0,588	-	0,106	0,221	0,318	0,108	0,474	0,111	0,432	0,199	0,294	0,292	0,100	0,124

As variáveis são: clorofila a (Cl a), condutividade elétrica (CE), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio total (NT), nível d'água (Nível), oxigênio dissolvido (OD), pH, precipitação (Pre), profundidade do local de coleta (Prf), fósforo total (PT), profundidade Secchi (Sec), sólidos inorgânicos (SI), sólidos orgânicos (SO), sólidos totais (ST), temperatura da água (T) e velocidade do vento (V vto).

* valores significativos (P≤0,1)

A análise de congruência demonstrou forte associação entre os fatores ambientais e a comunidade zooplanctônica. O subgrupo de variáveis ambientais que otimizaram a correlação entre a variação das comunidades e a variação das condições ambientais incluiu o nível d'água, a condutividade e o pH, onde a congruência atingiu o valor de 0,56 (Figura 24). A associação observada entre os indicadores físicos e químicos e a comunidade zooplanctônica foi significativa ($P=0,001$).

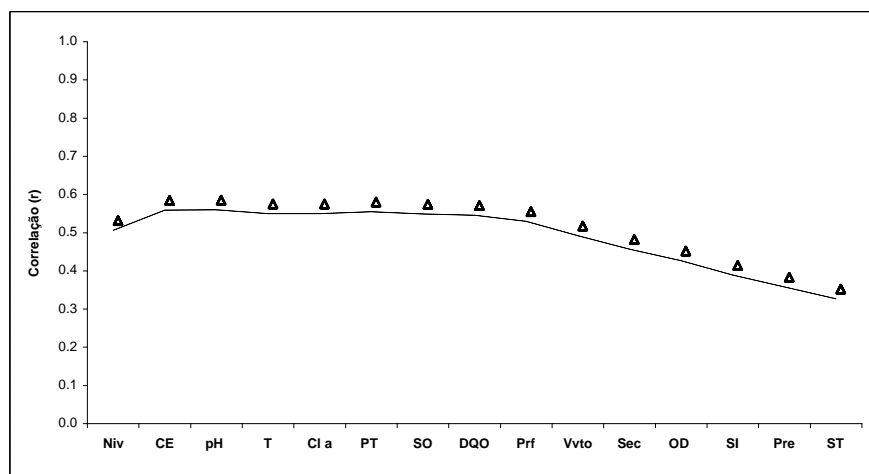


Figura 24: Perfil de congruência máxima entre a variação da comunidade zooplanctônica e a das características ambientais no eixo Banhado-Lagoa, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS. As variáveis são: clorofila a (Cl a), condutividade elétrica (CE), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio total (NT), nível d'água (Niv), oxigênio dissolvido (OD), pH, precipitação (Pre), profundidade do local de coleta (Prf), fósforo total (PT), profundidade Secchi (Sec), sólidos inorgânicos (SI), sólidos orgânicos (SO), sólidos totais (ST), temperatura da água (T) e velocidade do vento (Vvto).

As correlações individuais das variáveis ambientais demonstraram padrões distintos de relação com a comunidade de zooplâncton. O nível d'água ($r=0,50$), o pH ($r=0,37$), a clorofila *a* ($r=0,30$), a condutividade elétrica ($r=0,28$) e a temperatura ($r=0,25$) apresentaram os maiores valores de correlação, enquanto as demais variáveis demonstraram fraca associação com as alterações das comunidades (Figura 25).

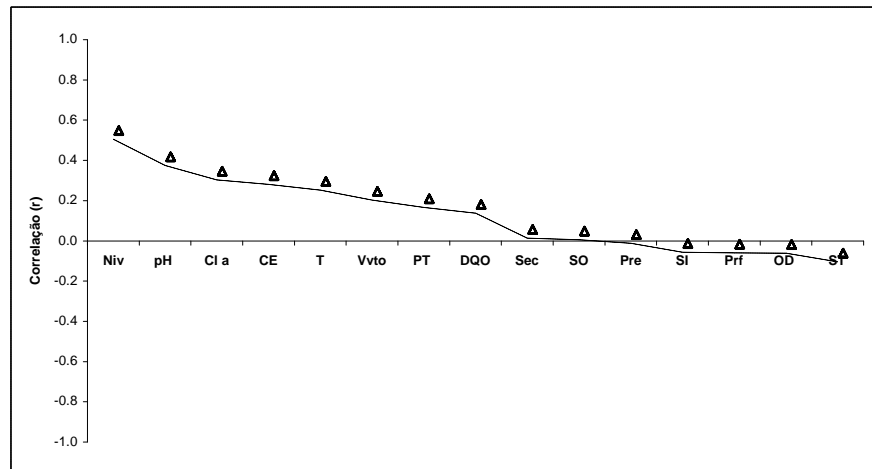


Figura 25: Valores de correlação da comunidade zooplanctônica com cada variável ambiental do eixo Banhado-Lagoa, no período de Agosto/2002 a Junho/2003, Sistema Hidrológico do Taim, RS. As variáveis são: clorofila *a* (Cl *a*), condutividade elétrica (CE), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio total (NT), nível d'água (Niv), oxigênio dissolvido (OD), pH, precipitação (Pre), profundidade do local de coleta (Prf), fósforo total (PT), profundidade Secchi (Sec), sólidos inorgânicos (SI), sólidos orgânicos (SO), sólidos totais (ST), temperatura da água (T) e velocidade do vento (Vvto).

DISCUSSÃO

Comparação com outras lagoas costeiras do RS

De um modo geral, as características limnológicas e climatológicas apresentaram valores semelhantes aos observados para demais lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, tais como a Lagoa Itapeva (Cardoso, 2001), as lagoas Marcelino-Passo (Pedrozo, 2000), Caconde (Güntzel, 1995) e Emboaba (Spoehr-Bacchin, 1994). É importante salientar que neste ambiente costeiro existe pouco conhecimento sobre características e padrões limnológicos, e sua relação com a comunidade zooplanctônica. Além disso, grande parte deste é referente às lagoas do litoral norte do Estado.

As características limnológicas do eixo Banhado-Lagoa que apresentaram valores bastante distintos em comparação com as lagoas costeiras do RS anteriormente citadas, foram os nutrientes (fósforo) e o material em suspensão. O Sistema Hidrológico do Taim apresenta sua bacia de drenagem composta basicamente por solos arenosos, o que possivelmente influencia a presença de baixas concentrações de nutrientes na coluna d'água (Motta Marques, 2001). A intensa colonização por macrófitas aquáticas contribui para a retenção de nutrientes na biomassa viva e no material orgânico em decomposição depositado no sedimento (Westlake, 1963). Assim como a vegetação macrofítica, a comunidade de fitoplâncton também pode remover nutrientes do meio aquático para utilização biológica (Pereira *et al.*, 2002). As elevadas concentrações destes nutrientes observadas nas demais lagoas, provavelmente estão relacionadas à contaminação orgânica proveniente dos esgotos lançados nestes ambientes e ao uso agrícola intensivo do solo com a lixiviação de nutrientes para os corpos d'água.

Os fatores que podem contribuir para o aumento do material em suspensão na água são o aporte de material alóctone, a densidade do fitoplâncton, assim como a pequena profundidade e a ressuspensão de material do sedimento pela ação do vento (Knoppers & Moreira, 1990). A condição que possivelmente contribui para a elevada concentração de material em suspensão no Taim, e que difere das outras lagoas costeiras do RS, é a presença dos densos estandes de macrófitas que produzem grande quantidade de matéria orgânica.

Padrões horizontais característicos no eixo Banhado-Lagoa

A partir dos resultados obtidos e dos padrões revelados nas análises é possível sustentar a existência de uma homogeneidade espacial das características limnológicas nos ambientes Banhado, Interface e Lagoa (Tabela IX e Tabela XI). A profundidade foi a única variável com diferenças relevantes entre os distintos ambientes (Tabela XI). A presença de densa vegetação macrofítica conduz a um acúmulo de matéria orgânica sobre o fundo da lagoa, o que provavelmente sustenta os locais vegetados com as menores profundidades em relação aos locais livres de vegetação.

O fluxo da água no Sistema Hidrológico do Taim ocorre da Lagoa Mangueira ao Sul, em direção ao Banhado, através do qual o escoamento é difuso em função da biomassa vegetal. A água segue pela Lagoa Jacaré ao norte, e sua saída ocorre por comportas localizadas no extremo norte do Sistema, em direção à Lagoa Mirim (Motta Marques, 2002). O escoamento contínuo neste sistema de passagem de água de uma lagoa para outra pode ser o responsável pela manutenção da homogeneidade espacial das características limnológicas no eixo Banhado-Lagoa. O

fluxo permanente do Banhado para a Lagoa conduz a uma agregação das características limnológicas dos diferentes ambientes promovendo uma semelhança entre essas.

Padrões temporais característicos no eixo Banhado-Lagoa

O agrupamento e a ordenação das unidades amostrais revelaram uma forte heterogeneidade temporal das características ambientais (Figura 20 e Figura 22), evidenciada nas análises de variância (Tabela X e Tabela XI). As distinções temporais mais pronunciadas quanto aos fatores ambientais, assim como em relação à comunidade zooplanctônica foram observadas entre os meses correspondentes às estações anuais de condições ambientais extremas, tais como Agosto (Inverno) e Fevereiro (Verão) (Capítulo 1, Figura 17; Figura 22).

As mudanças na estrutura da comunidade zooplanctônica estiveram fortemente associadas com as variações de nível d'água, clorofila *a*, condutividade elétrica, pH e temperatura da água (Figura 25). Durante o período de Fevereiro/2003, a ocorrência de baixos níveis d'água associada a temperaturas elevadas da água (~26°C), assim como à ação de ventos fortes (~6 m/s), contribuíram para um forte incremento na biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*) (Tabela VIII). Segundo Nogueira & Matsumura-Tundisi (1996), o aumento da densidade fitoplanctônica está positivamente associado com os momentos de maior intensidade do vento, visto que este promove a ressuspensão de materiais para a coluna d'água, facilitando a utilização dos nutrientes pela comunidade. A precipitação e o fósforo total estiveram fortemente relacionados com as amostragens realizadas em Junho/2003 (Figura 22). A elevada precipitação neste período (Tabela

VIII) em relação aos demais, possivelmente gerou uma lavagem dos campos com carreamento de nutrientes para as lagoas, indicado pelas elevadas concentrações de fósforo total observadas (Tabela VIII), o que manteve as condições no ambiente aquático favoráveis ao desenvolvimento do fitoplâncton devido a disponibilidade deste nutriente.

O crescimento das comunidades zooplanctônicas depende tanto da concentração do alimento, quanto da qualidade deste, assim como de um tamanho apropriado para a ingestão. O zooplâncton pode afetar diretamente a comunidade fitoplanctônica em biomassa e estrutura através da predação seletiva, assim como indiretamente, pela liberação de nutrientes, e conseqüente disponibilização destes para utilização pelo fitoplâncton (Wetzel, 2001).

De acordo com o PEG-model (Sommer *et al.*, 1986), uma elevação da biomassa fitoplanctônica, que pode ocorrer em função de entrada de nutrientes e aumento de intensidade luminosa, permitiria o aumento da densidade zooplanctônica devido a uma maior disponibilidade de alimento. Após uma floração (*bloom*) de fitoplâncton, a comunidade zooplanctônica atingiria um pico de densidade, reduzindo então a quantidade de fitoplâncton através da pressão de predação, o pastejo (do inglês, *grazing*). Até o momento, em que a mortalidade do zooplâncton começaria a aumentar, devido a escassez de recursos alimentares e/ou pela pressão de predação por peixes. Assim, a diminuição da densidade do zooplâncton reduziria o efeito da predação sobre o fitoplâncton (taxa de *grazing*), permitindo que este, novamente, aumente em densidade.

A elevada densidade zooplanctônica e os baixos valores de clorofila *a* observados no período de Agosto, podem estar relacionados a um efeito de intensa pressão de predação (*grazing*) por zooplâncton sobre a comunidade fitoplanctônica,

levando a uma diminuição da densidade do fitoplâncton. Enquanto que, a ocorrência do zooplâncton em baixas densidades associada às elevadas concentrações de clorofila *a* observadas no período de Fevereiro, podem estar relacionadas a uma diminuição na pressão de predação do zooplâncton sobre a comunidade fitoplanctônica, permitindo assim um incremento da densidade do fitoplâncton.

Ainda assim, é difícil definir o quanto a comunidade zooplanctônica causa impacto quantitativo sobre o fitoplâncton, pois ainda existem lacunas no conhecimento das interações fito-zooplâncton. Lehman & Sandgren (1985), em experimentos utilizando *enclosures in situ* em lagos rasos, Washington, verificaram que algumas espécies do fitoplâncton sofreram diminuição de sua densidade em função do *grazing*, enquanto que grande parte não foi afetada, outras ainda, tiveram seu crescimento estimulado, o que foi atribuído a uma resposta à liberação de nutrientes pelo zooplâncton herbívoro. Lewis (1986), em estudos no Lago Valencia, Venezuela, observou que menos de 10% da produção primária era consumida pelo zooplâncton herbívoro.

O zooplâncton do eixo Banhado-Lagoa compõe-se, predominantemente, de organismos de pequeno porte, consumidores preferencialmente de algas unicelulares, bactérias e detritos (Allan, 1976), sendo as colônias de algas maiores, como as filamentosas, poupadas da ingestão (Lehman & Sandgren, 1985; Arcifa *et al.*, 1998), uma vez que podem obstruir o mecanismo filtrador dos copépodos e cladóceros (Infante & Riehl, 1984). Portanto, a predominância da alga clorofícea filamentosa *Spirogyra* no período de Fevereiro (Gazulha, observação pessoal), possivelmente manteve condições desfavoráveis para o crescimento do zooplâncton, devido a uma redução da diversidade do fitoplâncton disponível no sistema.

Mohamed (2002) observou um aumento da produção de toxinas e do crescimento de cianobactérias estimulados pela atividade alelopática de *Spirogyra* em períodos de grande densidade populacional desta clorófitas. Baseado nisso, existe a possibilidade de ter ocorrido um incremento de cianobactérias e da produção de toxinas na presença de *Spirogyra* em função de sua atividade alelopática, durante o período de Fevereiro/2003, contribuindo assim para um baixo crescimento do zooplâncton do sistema. As cianofíceas e as diatomáceas têm sido observadas como predominantes no Sistema Hidrológico do Taim, as primeiras, representadas principalmente pela espécie potencialmente tóxica *Cylindrospermopsis raciborskii*, e as últimas pela filamentosa *Aulacoseira granulata* (Crosseti *et al.*, 2003), a qual foi registrada como não preferencial pelo zooplâncton (Arcifa *et al.*, 1998).

A ocorrência de níveis hidrológicos elevados em Agosto/2002 (Tabela VIII), provavelmente contribuiu para a ocorrência de grande densidade e riqueza do zooplâncton em função da ampla conexão dos habitats Banhado, Interface e Lagoa, conduzindo assim a uma maior disponibilidade de nichos no sistema. A ocorrência de baixos níveis hidrológicos em Fevereiro/2003 (Tabela VIII) levou a uma desconexão entre os ambientes, e conseqüente redução dos habitats no eixo Banhado-Lagoa. Neste período, o ponto Banhado foi considerado ausente por não apresentar lâmina d'água (somente material vegetal em decomposição), compondo o eixo então, apenas os pontos Interface e Lagoa. As mínimas densidades e a menor riqueza específica da comunidade zooplanctônica foram observadas neste período. Tanto as desconexões, como a perda de ambientes no sistema, conduzem a um prejuízo de habitats, neste caso, de áreas vegetadas, as quais disponibilizam

recursos alimentares para o zooplâncton, além de servirem como um refúgio espacial.

Os períodos de Agosto e Novembro, onde ocorreram níveis hidrológicos elevados e baixas concentrações de clorofila *a* (Tabela VIII), foram caracterizados pelas maiores densidades do zooplâncton, assim como pela predominância de copépodos e cladóceros (Capítulo 1, Figura 14). Já os períodos de Fevereiro e Junho, com uma forte diminuição do nível d'água associada à elevada abundância do fitoplâncton (clorofila *a*) (Tabela VIII), caracterizaram-se pelas baixas densidades do zooplâncton e pela predominância de espécies de rotíferos na comunidade (Capítulo 1, Figura 14).

A predominância dos microcrustáceos nos períodos de Agosto e Novembro esteve fortemente associada aos níveis d'água elevados e à ampla disponibilidade de habitats na área vegetada, também proporcionado em função das maiores profundidades. Em contraposição, nos períodos de Fevereiro e Junho a diminuição dos níveis e da profundidade, assim como a elevada ocorrência de filamentosas (*Spirogyra*), conduziram a uma diminuição dos microcrustáceos, e um conseqüente predomínio das populações de rotíferos. Sendacz (1993) verificou um padrão semelhante, onde as mínimas densidades de cladóceros e copépodos foram observadas nos locais com maior profundidade e sob condições de florações de cianofíceas e clorofíceas filamentosas, enquanto que a predominância dos rotíferos esteve relacionada com as menores profundidades.

As fortes correlações da comunidade zooplânctônica com o pH e a condutividade elétrica (Figura 24) podem indicar uma relação com a influência indireta de demais variáveis, tais como a clorofila *a* e a temperatura da água. O processo fotossintético tanto das macrófitas aquáticas, quanto do fitoplâncton, eleva

o pH da água tornando-o levemente alcalino devido à assimilação do CO₂ (Esteves, 1998). A ocorrência dos maiores valores de pH estiveram associadas com as concentrações de clorofila *a* mais elevadas, assim como às menores densidades zooplanctônicas. Os baixos valores de pH, mais próximos à neutralidade, estiveram associados a baixas concentrações de clorofila *a* e elevadas densidades do zooplâncton. Os elevados valores de condutividade elétrica em Fevereiro (Tabela VIII), provavelmente determinados pelas elevadas temperaturas e decomposição da vegetação macrofítica, estiveram associados com as menores densidades zooplanctônicas. Sendacz (*op. cit.*) observou grandes densidades de copépodos e cladóceros em condições de baixa condutividade elétrica.

O nível demonstrou-se como a característica ambiental mais associada com a variação da comunidade zooplanctônica (Figura 25), evidenciando sua importância na dinâmica e manutenção das comunidades aquáticas. Ainda assim, para uma melhor compreensão das relações das características ambientais com a comunidade zooplanctônica é necessário um maior entendimento dos padrões e processos deste ecossistema, assim como um acompanhamento mais prolongado das variações ambientais.

REFERÊNCIAS CITADAS

- Allan, J. D. 1976. Life history patterns in zooplankton. *The American Naturalist*, 110 (971): 165-180.
- APHA. 1995. Standard methods for examination of water and wastewater. American Public Health Association. Washington. 1268p.
- Arcifa, M. S., Da Silva, L. H. S., Da Silva, M. H. L. 1998. The planktonic community in a tropical Brazilian reservoir: composition, fluctuations and interactions. *Rev. Brasil. Biol.*, 241-254.
- Burks, R. L.; Lodge, D. M.; Jeppesen, E. & Lauridsen, T. L. 2002. Diel horizontal migration of zooplankton: costs and benefits of inhabiting the littoral. *Freshwater Biology*, 47: 343-365.
- Cardoso, L. S. 2001. Variações da estrutura planctônica da Lagoa Itapeva (Sistema Lagunar Costeiro do Rio Grande do Sul) em função da hidrodinâmica. IPH/UFRGS. 466p. (tese).
- Carpenter, S. R. & Lodge, D. M. 1986. Effects of submerged macrophytes on ecosystem processes. *Aquat. Bot.*, 26: 341-370.
- CETESB. 1990. Determinação de pigmentos fotossintetizantes: clorofila *a*, *b* e *c* e feofitina *a*. Método de ensaio L5.306. São Paulo. 22p.
- Crossetti, L. O.; Callegaro, V. L. M.; Motta Marques, D.; Alves-daSilva, S. M.; Werner, V. R. & Rosa, Z. M. 2003. Estrutura da comunidade fitoplanctônica no Sistema Hidrológico do Taim em função do hidroperíodo. In: Motta Marques, D. M. L. (coord.). Sistema Hidrológico do Taim *Site 7* - Relatório PELD/CNPq Novembro 2002/Outubro 2003. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre, 52p.
- Esteves, F. A. 1998. Fundamentos de limnologia. Interciência, Rio de Janeiro. 602p.
- Gower, J. C. 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*, 53: 325-338.
- Güntzel, A.M. 1995. Estrutura e variação espaço-temporais da comunidade zooplânctônica na Lagoa Caconde, Osório, RS. Porto Alegre, CPG Ecologia/UFRGS. 128p. (dissertação).
- Infante, A. & Riehl, W. 1984. The effect of Cyanophyta upon zooplankton in a eutrophic tropical lake (Lake Valencia, Venezuela). *Hydrobiologia*, 113: 293-298.
- Jasser, I. 1995. The influence of macrophytes on a phytoplankton community in experimental conditions. *Hydrobiologia*, 306: 21-32.

- Jeppesen, E.; Jensen, P. J.; Søndergaard, M. & Lauridsen, T. L. 1999. Trophic dynamics in turbid and clearwater lakes with special emphasis on the role of zooplankton for water clarity. *Hydrobiologia* 408/409: 217-231.
- Knoppers, B. A. & Moreira, P. F. 1990. Material em suspensão e sucessão fitoplanctônica na Lagoa de Guarapina, RJ. *Acta Limnol. Brasil.*, 3: 291-317.
- Legendre, P. & Legendre, L. 1998. *Numerical Ecology*. Elsevier Science B. V., Amsterdam. 853 p.
- Lehman, J. T. & Sandgren, C. D. 1985. Species-specific rates of growth and grazing loss among freshwater algae. *Limnol. Oceanogr.* 30 (1): 34-46.
- Lewis Jr., W. M. 1986. Phytoplankton succession in Lake Valencia, Venezuela. *Hydrobiologia*, 138: 189-203.
- Mackereth, F. J. H.; Heron, J.; Talling, J. F. 1989. *Water analysis: some revised methods for limnologists*. Freshwater Biological Association.
- Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Research* 27 (2): 209-220.
- Mohamed, Z. A. 2002. Allelopathic activity of *Spirogyra* sp.: stimulating bloom formation and toxin production by *Oscillatoria agardhii* in some irrigation canals, Egypt. *Journal of Plankton Research* 24 (2): 137-141.
- Moss, B. 1990. Engineering and biological approaches to the restoration from eutrophication in which aquatic plant communities are important components. *Hydrobiologia*, 275/276: 367-377.
- Motta Marques, D. M. L.; Irgang, B.; Giovannini, S. G. T. 1997. A Importância do Hidroperíodo no Gerenciamento de Água em Terras Úmidas (Wetlands) com Uso Múltiplo: o caso da Estação Ecológica do Taim. In: anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Vitória. p. 1-8. v.3.
- Motta Marques, D. M. L. (coord.). 2001. Sistema Hidrológico do Taim Site 7 - Relatório PELD/CNPq Outubro 2000/Outubro 2001. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre, 176p.
- Motta Marques, D. M. L.; Tucci, C.; Calazans, D.; Callegaro, V. L. M.; Villanueva, A. 2002. O Sistema Hidrológico do Taim Site 7. pp. 127-144. In: Seeliger, U., Cordazzo, C., Barbosa, F. (eds.) *Os Sites e o Programa Brasileiro de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração*. Belo Horizonte. B

- Nogueira, M. G. & Mastsumura-Tundisi, T. 1996. Limnologia de um sistema artificial raso (Represa do Monjolinho-São Carlos, SP). Dinâmica das populações planctônicas. *Acta Limnol. Bras.*, 8: 149-168.
- Orlóci, L. 1967. An agglomerative method for classification of plant communities. *Journal of Ecology* 55: 195-205.
- Ozimek, T.; Gulati, R. D. & van Donk, E. 1990. Can macrophytes be useful in biomanipulation of lakes? The lake Zwemlust example. *Hydrobiologia*, 200/201: 399-407.
- Pedrozo, C. S. 2000. Avaliação da qualidade ambiental das lagoas da planície costeira do Rio Grande do Sul com ênfase na comunidade zooplanctônica. São Carlos, UFSCar, 241p. (Tese).
- Pereira, R.; Soares, A. M. V. M.; Ribeiro, R. & Gonçalves, F. 2002. Assessing the trophic state of Linhos lake: a first step towards ecological rehabilitation. *Journal of Environmental Management*, 64: 285-297.
- Pillar, V. D. & Orłóci, L. 1993. Character-based community analysis: the theory and an application program. SPB Academic Publishing. 270p.
- Pillar, V. D. & Orłóci, L. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science*, 7: 585-592.
- Pillar, V. D. 1998. Sampling sufficiency in ecological surveys. *Abstracta Botanica*, 22: 37-48.
- Pillar, V. D. 1999a. The bootstrapped ordination reexamined. *Journal of Vegetation Science*, 11: 895-902.
- Pillar, V. D. 1999b. How sharp are classifications? *Ecology*, 80 (8): 2508-2516.
- Pillar, V. D. 2001. MULTIV software para análise multivariada, testes de aleatorização e auto-reamostragem *bootstrap*. Porto Alegre, Departamento de Ecologia, UFRGS.
- Pillar, V. D. 2002. Syncca software for character-based community analysis. Porto Alegre, Departamento de Ecologia, UFRGS.
- Podani, J. 2000. Introduction to the Exploration of Multivariate Biological Data. Leiden: Backhuys Publishers, 407 p.
- Schwarzbold, A. & Schäfer, A. 1984. Gênese e morfologia das Lagoas Costeiras do Rio Grande do Sul - Brasil. *Amazoniana*, 9 (1): 87-104.
- Sendacz, S. 1993. Estudo da comunidade zooplanctônica de lagos marginais do Rio Paraná Superior. São Paulo, Instituto de Biociências/USP. 177p. (Tese).

-
- Sommer, U.; Gliwicz, Z. M.; Lampert, W. & Duncan, A. 1986. The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in freshwaters. *Arch. Hydrobiol.*, 106: 433-471.
- Spoehr-Bacchin, M. 1994. A comunidade zooplanctônica da Lagoa Emboaba, Tramandaí, RS: estrutura e variação sazonal. Porto Alegre, CPG Ecologia/UFRGS. 112p. (dissertação).
- van Donk, E. & van de Bund, W. J. 2001. Impact of submerged macrophytes including charophytes on phyto-and zooplankton communities: allelopathy versus other mechanisms. *Aquatic Botany*, 1524: 1-14.
- van Donk, E.; Gulati, R. D.; Iedema, A. & Meulemans, J. 1993. Macrophyte-related shifts in the nitrogen and phosphorus contents of the different trophic levels in a biomanipulated shallow lake. *Hydrobiologia*, 251: 19-26.
- Ward, J. H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of American Statistical Association*, 58: 236-244.
- Weisner, S.; Eriksson, G.; Granéli, W. & Leonardson, L. 1994. Influence of macrophytes on nitrate removal in wetlands. *Ambio*, 23: 363-366.
- Westlake, D. F. 1963. Comparisons of plant productivity. *Biol. Rev.*, 38: 385-425.
- Wetzel, R. 1993. *Limnologia*. Fundação Calouse Gulbenkian. Lisboa. 919p.
- Wetzel, R. 2001. *Lake and River Ecosystems*. Academic Press.
- Wium-Andersen, S.; Christophersen, C. & Houen, G. 1982. Allelopathic effects on phytoplankton by substances isolated from aquatic macrophytes (Charales). *Oikos*, 39: 187-190.

CAPÍTULO 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS: GESTÃO E PADRÕES DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

O eixo Banhado-Interface-Lagoa comporta elevada riqueza e diversidade específica, comparativamente aos demais ecossistemas aquáticos costeiros do RS já estudados. A área de estandes de macrófitas demonstrou ser uma região potencial de abrigo e manutenção da densidade e riqueza zooplanctônicas, evidenciando a importância dos ecossistemas de banhados para a conservação das comunidades aquáticas.

A heterogeneidade espacial e temporal da comunidade zooplanctônica no eixo Banhado-Lagoa possivelmente está relacionada com as interações entre os peixes piscívoros e planctívoros. Estudos avaliando a ictiofauna (adultos, juvenis e larvas) nas zonas livres e vegetadas, bem como o habitat e período anual preferencial para alimentação e desova contribuiriam para o entendimento da dinâmica espacial e temporal do zooplâncton no ecossistema em questão.

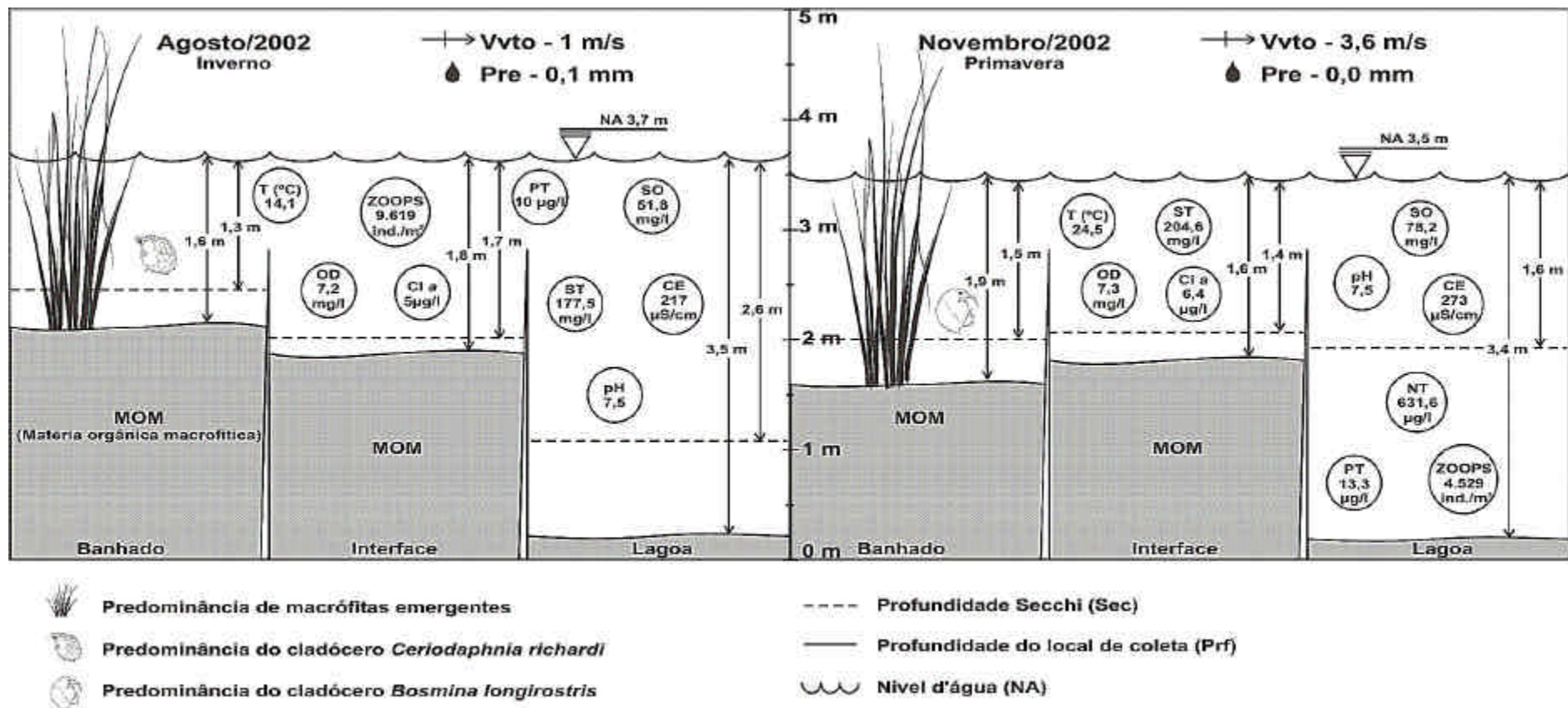
A comunidade zooplanctônica demonstrou-se fortemente associada às alterações dos níveis d'água. As flutuações dos níveis têm sido reconhecidas como um importante factor para o funcionamento dos ecossistemas lacustres, emergindo como um elemento determinante na conservação, especialmente de lagos rasos associados a banhados, os quais são particularmente sensíveis a quaisquer mudanças rápidas nos níveis e na entrada de água nos sistemas.

As flutuações dos níveis d'água no Sistema Hidrológico do Taim estão associadas a alterações naturais e à utilização do recurso água para a irrigação das culturas de arroz. A gestão dos recursos no Sistema Hidrológico do Taim (ESEC Taim) deve estar vinculada aos processos dos ecossistemas aquáticos, visando ao uso adequado do recurso água. O processo de gestão deve considerar tanto a sustentação da principal atividade econômica da região, quanto a conservação do sistema aquático, para a manutenção de importantes funções como área de repouso, criação e alimentação de aves aquáticas migratórias. O conhecimento gerado e a quantificação de padrões e processos básicos do ecossistema aquático permitem agregar critérios mensuráveis do sistema à gestão, e assim, induzir um uso controlado dos recursos hídricos, com benefícios econômicos potenciais perenes e a conservação do ecossistema.

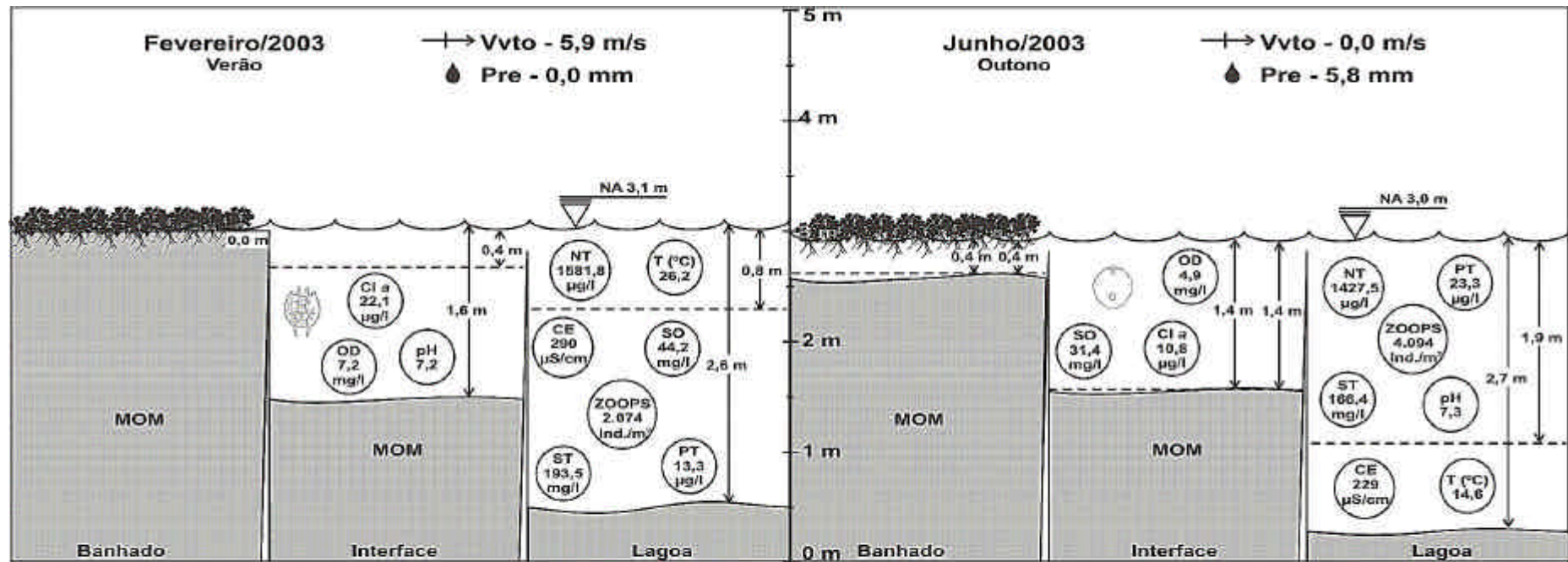
Os efeitos de intensas reduções dos níveis d'água no Taim poderiam conduzir a uma dessecação das áreas de banhado e degradação da vegetação marginal das lagoas do sistema, implicando em uma conseqüente perda da riqueza e diversidade das comunidades planctônicas presentes. Ainda assim, são necessários estudos de longa duração referentes aos padrões de flutuação dos níveis d'água, visando fornecer elementos para o entendimento das alterações hidrológicas sobre os processos ecológicos em ecossistemas de lagos rasos.

ANEXO

Anexo I: Figura esquemática demonstrativa dos principais padrões de variação temporal da comunidade zooplancônica e das variáveis ambientais no eixo Banhado-Lagoa, Sistema Hidrológico do Taim, RS. Os valores em cada período de amostragem correspondem à média dos pontos de amostragem (Banhado, Interface e Lagoa). As variáveis são: clorofila a (Cl a), condutividade elétrica (CE), nitrogênio total (NT), nível d'água (NA), oxigênio dissolvido (OD), pH, precipitação (Pre), profundidade do local de coleta (Prf), fósforo total (PT), profundidade Secchi (Sec), sólidos orgânicos (SO), sólidos totais (ST), temperatura da água (T), velocidade do vento (Vvto) e densidade zooplancônica (Zoops). Estão representadas as variáveis que apresentaram variação temporal significativa ($P \leq 0,1$).



Anexo I: Continuação.



Predominância de macrófitas flutuantes



Predominância do rotífero *Platytias quadricornis*



Predominância do rotífero *Testudinella patina*

----- Profundidade Secchi (Sec)

— Profundidade do local de coleta (Prf)

~ Nível d'água (NA)