

TATIANA RAMOS AVILA

Varição temporal do zooplâncton da zona de arrebentação da Praia de Tramandaí – RS e aspectos biológicos de *Ctenocalanus vanus* (Crustacea, Copepoda).

Dissertação apresentada à banca examinadora do curso de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos necessários para obter o grau de Mestre em Ecologia.

Orientação: Profa. Dra. Catarina da Silva Pedrozo

Banca Examinadora:

Dr. Nelson Augusto Flores Machado (Centro de Ecologia - UFRGS)

Profa. Dra. Norma Luiza Würdig (PPG Ecologia – UFRGS)

Dra. Cláudia Bonecker (UEM)

PORTO ALEGRE, 2007

AGRADECIMENTOS

À Dra. Catarina da Silva Pedrozo, por ter me orientado e acreditado que eu seria capaz de realizar este projeto, fazendo o possível para me fornecer todas as condições de trabalho.

Ao Dr. José Guilherme Bersano Filho, meu orientador de coração, por todo o seu desapego, me permitindo desenvolver nesta dissertação parte de seus projetos e por continuar a me orientar com a mesma dedicação de quando eu estava em Rio Grande.

Aos meus amigos do laboratório da UFRGS, Fabiana, Marcelo, Margarete e Professor Albano Schwarzbald, pelo ambiente agradável que proporcionaram.

Aos meus eternos amigos do Laboratório de Zooplâncton da FURG, Alessandro, Marcelo, Priscila, Sônia, Waldemar e José Guilherme, por me receberem sempre de braços abertos e me fazerem sentir em casa.

Ao Paulinho, pela ajuda sem limites nas coletas mais alucinadas do último verão e pela amizade que me dispensou.

À minha amiga Daniela Volcan Almeida, pelo seu amor e por me aceitar da forma que eu quiser ser.

À Liane Ártico, pela amizade dedicada com toda intensidade de seu coração.

Aos meus Pais, por torcerem pelo meu sucesso, mesmo quando os objetivos parecem fora do comum! E por do seu modo proporcionar minha realização.

Ao João Carlos Esrael, Mestre da Vida, por tudo que ele representou nestes dois anos e por tentar plantar em cada um seu amor pela existência.

Ao Centro de Estudos Costeiros Limnológicos e Marinhos (CECLIMAR), em especial à Osvaldo Stalhan Machado e Manoel Nunes de Melo pelo apoio nas coletas.

Aos colegas do Laboratório de Fitoplâncton da FURG pelo auxílio nas análises de clorofila-*a*.

À Epagri/Ciram pelo fornecimento de dados meteorológicos da estação de Tramandaí para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Curso de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico pela concessão da bolsa de estudos.

PREFÁCIO

A estrutura desta dissertação está dividida na forma de capítulos que serão apresentados em formato de artigo dentro das normas de redação exigidas pelas revistas às quais serão submetidos. Uma Introdução Geral é seguida do Capítulo Primeiro que está relacionado com o estudo de campo do zooplâncton da zona de arrebentação da Praia de Tramandaí – RS e as variáveis bióticas e abióticas relacionadas com o mesmo e Capítulo Segundo que consiste em testes de laboratório sobre a produção de ovos e pelotas fecais do copépode *Ctenocalanus vanus* e buscou aumentar o conhecimento das exigências ecológicas da espécie já que esta possui origem em Águas Subantártica e é freqüente na região de estudo. As Considerações Finais buscam ressaltar os principais resultados apresentados nos dois capítulos e suas implicações na Praia de Tramandaí.

SUMÁRIO

1. RESUMO GERAL	6
2. ABSTRACT	7
3. INTRODUÇÃO GERAL	8
4. CAPÍTULO PRIMEIRO	14
4.1. Abstract.....	14
4.2. Resumo	15
4.3. Introdução.....	16
4.4. Material e Métodos	18
4.4.1. <i>Coletas e análises em laboratório</i>	18
4.4.2. <i>Análise dos dados</i>	19
4.5. Resultados.....	21
4.5.1. <i>Variáveis abióticas</i>	21
4.5.2. <i>Zooplâncton</i>	21
4.5.3. <i>Riqueza e diversidade</i>	23
4.4.4. <i>Clorofila-a e biomassa zooplânctônica</i>	23
4.6. Discussão	25
4.6.1. <i>Variáveis abióticas e zooplâncton</i>	25
4.6.2. <i>Riqueza e diversidade</i>	30
4.7. Conclusão	31
4.8. Legendas de Tabelas e Figuras	39
4.9. Tabelas.....	40
4.10. Figuras	45
5. CAPÍTULO SEGUNDO	47
5.1. Resumo	47
5.2. Introdução.....	48
5.3. Material e Métodos.....	50
5.3.1. <i>Experimento 1 : Observações Gerais</i>	50
5.3.2. <i>Experimento 2 : Produção de ovos e pelotas fecais com dieta constituída por água do meio ambiente contendo assembléias naturais de fitoplâncton e zooplâncton</i>	51
5.3.3. <i>Experimento 3 : Comparação da produção de ovos para dois métodos de incubação</i>	51
5.3.4. <i>Comparação experimento 2 e 3</i>	52
5.4. Resultados.....	53
5.4.1. <i>Experimento 1: Observações Gerais</i>	53
5.4.2. <i>Desova</i>	53
5.4.3. <i>Formato dos ovos</i>	53
5.4.4. <i>Experimento 2 : Produção de ovos e pelotas fecais com dieta constituída por água do meio ambiente contendo assembléias naturais de fitoplâncton e zooplâncton</i>	54
5.4.4.1. <i>Produção de ovos, náuplios e pelotas fecais</i>	54
5.4.4.2. <i>Desenvolvimento dos ovos</i>	55
5.4.5. <i>Experimento 3 : Comparação da produção de ovos e pelotas fecais para dois métodos de incubação</i>	55
5.4.5.1. <i>Produção de ovos, náuplios e pelotas fecais</i>	55
5.4.5.2. <i>Desenvolvimento dos ovos</i>	55
5.4.5.3. <i>Desenvolvimento do náuplio dentro da membrana</i>	55

5.4.6. Comparação 2 e 3	56
5.5. Discussão	57
5.5.1. Observações Gerais.....	57
5.5.2. Desova	57
5.5.3. Características dos ovos.....	58
5.5.4. Produção de ovos e náuplios.....	58
5.5.5. Produção de pelotas fecais.....	59
5.6. Legenda de Figuras e Tabelas	64
5.7. Tabelas.....	65
5.8. Figuras	66
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXO I.....	73
ANEXO II	75

1. RESUMO GERAL

Com o objetivo de se conhecer a comunidade zooplanctônica da zona de arrebentação da Praia de Tramandaí – RS e identificar a variação sazonal das espécies e sua relação com os padrões de ventos e influências de massas de água, foram realizadas 24 amostragens com intervalo de quinze dias entre agosto de 2005 e agosto de 2006. Dados de temperatura do ar e da água, salinidade, velocidade do vento e direção do vento e da corrente de deriva foram obtidos no campo no momento de cada coleta. A concentração de clorofila-*a* foi obtida em laboratório, assim como a identificação e quantificação do zooplâncton e sua biomassa em peso seco. Copepoda foi o grupo mais diverso com maior importância representada pela espécie *Temora turbinata*, seguida de *Acartia tonsa* e *Subeucalanus pileatus*. O misidáceo *Metamysidopsis elongata atlantica* apresentou entre todos os taxa encontrados, a maior frequência de ocorrência e abundância relativa, correspondendo a grande parte da biomassa em peso seco encontrada. Biomassa de zooplâncton e clorofila-*a* não apresentaram correlação significativa, apresentando picos de 96 mg.m⁻³ e 138 µg.L⁻¹, respectivamente. O copépode *Ctenocalanus vanus*, apesar de originário de Águas Subantárticas e Subtropicais foi frequente na região de estudo e a falta de conhecimento sobre seu comportamento e exigências reprodutivas nos levou a realizar testes de laboratório que permitiram observar sua forma de desova e eclosão, assim como estimar valores de produção de ovos, pelotas fecais e náuplios em duas dietas diferentes. Assim os dados levantados servirão de base para novos estudos que permitam um maior entendimento dos processos que ocorrem na coluna d'água da Praia de Tramandaí - RS.

Palavras-chaves: Zona de Arrebentação, Praia de Tramandaí, Zooplâncton, *Temora turbinata*, *Ctenocalanus vanus*.

2. ABSTRACT

This article aims at the research of the zooplanktonic community of the Tramandaí Beach – RS surf zone and at the identification of the seasonal variation of the species; its relations with wind patterns and water mass influence. To reach such objective, 24 samplings were done between August 2005 and August 2006 at intervals of fifteen days. Data about air and water temperature, salinity, wind speed, drift current, and wind direction were collected in the field at the same time of each sampling. The chlorophyll-*a* concentration was measured in laboratory as well as the identification and quantification of the zooplankton and its dry biomass. Copepoda was the most diverse group. *Temora turbinata* was the most important species followed by *Acartia tonsa* and *Subeucalanus pileatus*. The Mysidacea *Metamysidopsis elongata atlantica* expressed the highest frequency of occurrence and relative abundance among all taxa, corresponding to a considerable part of the total dry biomass. Zooplankton biomass and chlorophyll-*a* did not present significant correlation. The highest concentrations found were 96 mg.m⁻³ and 138 µg.L⁻¹ respectively. In spite of being originated in Subtropical and sub-Antarctic waters, the copepod *Ctenocalanus vanus* was frequently found in the study area. Because of the lack of knowledge about their behaviour and reproductive requirements, we accomplished laboratorial tests which allowed the observation of their kind of spawning and hatching. It also allowed estimating at the number of eggs, fecal pellets and number of nauplius in two different diets. Such data is going to be the basis for new studies to provide a higher understanding of the processes occurring in the water column of Tramandaí Beach - RS

Key-words: surf zone, Tramandaí Beach, Zooplankton, *Temora turbinata*, *Ctenocalanus vanus*.

3. INTRODUÇÃO GERAL

A zona costeira consiste em uma região de transição entre o continente terrestre e as abrangências dos oceanos. A extensa costa brasileira é formada por diferentes ecossistemas, compostos de costões rochosos, falésias, mangues, recifes, marismas, estuários e praias arenosas e cada um sofrerá diferentes impactos dos padrões de ondas, ventos e correntes associados ao ambiente marinho (FREITAS, 2005).

O Litoral do Estado do Rio Grande do Sul é caracterizado por praias arenosas que se estendem deste a cidade de Torres (29° 20' 07" S; 49° 43' 37" O) até a cidade do Chuí (33° 45' 10" S; 53° 22' 50") e são intensamente utilizadas pela população humana como fonte de renda através da pesca e para lazer e recreação. O caráter aberto da costa torna o ambiente exposto e dominado pela ação direta de ondas de energia média à elevada, sendo esta a principal fonte de energia construtora das feições morfológicas da região (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1991).

A variação da declividade de fundo entre baixa e intermediária nas praias do Estado, aliada a uma larga zona de arrebentação, faz com que estes ambientes apresentem uma dinâmica característica de praias dissipativas, que permite a recirculação da matéria orgânica dentro de seus limites (MCLACHLAN, 1980) através da decomposição bacteriana e do reaproveitamento dos nutrientes pelos organismos do fitoplâncton, afetando de forma positiva o crescimento do zooplâncton e de outros componentes da fauna praial.

Estendendo-se a partir da linha de costa, estão presentes as feições chamadas plataformas continentais com larguras variáveis com um máximo no Rio Grande do Sul de 180 Km próximo a latitude da cidade do Rio Grande (CIOTTI et al., 1995). Estas regiões apresentam intensa dinâmica, sofrendo influências de processos ocorridos tanto no continente como em oceano aberto. Alguns fatores governam sua morfologia e entre eles está o volume de sedimento continental aportado na região marinha através dos corpos de água doce que

nela desembocam e que transportam além de sedimentos, nutrientes e outros elementos inorgânicos muitas vezes de origem intempérica. Estes aportes, possuindo salinidade inferior à do oceano passam a ter um papel decisivo nas constituições geológicas, químicas, físicas e consequentemente biológicas nas zonas costeiras e massas d'água da plataforma continental (CIOTTI et al., 1995; SOARES E MÖLLER, 2001). No sul do Brasil podem ser citados os aportes do Arroio Chuí, do Estuário da Lagoa dos Patos ($32^{\circ} 04' 47''$ S; $52^{\circ}13'26''$ O), que contribui com o maior volume de água, Lagoa do Peixe ($31^{\circ} 00' 46''$ S; $51^{\circ} 09' 51''$ O), do Estuário de Tramandaí ($29^{\circ} 58' 48''$ S; $50^{\circ} 07' 12''$ O) e do Rio Mampituba em Torres.

Além dos já citados, a plataforma gaúcha também recebe grande influência do aporte do Rio da Prata - Argentina, cuja presença é detectada principalmente durante o inverno na plataforma interna do Rio Grande do Sul e junto com massas de água oceânica e de plataforma dão origem à massa de Água Costeira (AC) com características físicas pouco definidas devido à grande variação de massas que a compõem (SOARES E MÖLLER, 2001). O alto volume de descarga do Rio da Prata com água menos salina e por isto menos densa, tende a flutuar sobre a massa oceânica e como a direção de sua descarga é no sentido oeste/leste, o resultado da força de coriolis atuando sobre este movimento o deslocará em direção a plataforma brasileira (ZAVIOLOV et al., 2003). Além disto, neste período os ventos sudoestes predominam e transferem para a camada superficial parte de sua energia gerando uma corrente no sentido norte. Esta energia será transferida camada a camada sempre com seu vetor resultante em um deslocamento de massa à esquerda da direção da força impressa. Isto fará com que durante ventos do quadrante sul ocorra o empilhamento de água sobre a costa, gerando as conhecidas ressacas.

Com os ventos favoráveis do inverno austral, há uma intensificação na Corrente das Malvinas (CM), que pode ser vista com um braço da Corrente Circumpolar Antártica e carrega em seu movimento a Água Subantártica (ASA) com origem na Convergência

Subantártica. Essa corrente desloca-se em direção norte e encontra a Corrente do Brasil (CB) que transporta a Água Tropical (AT), mais quente e salina. O encontro destas massas é conhecido como Zona de Convergência Subtropical (ZCST) e a mistura das mesmas dá origem à Água Subtropical (AST) cada uma com características específicas de temperatura e salinidade que determinarão assim sua densidade o que torna possível serem identificadas através de um Diagrama TS (SOUZA et al., 2006; SOARES & MÖLLER, 2001). AT, ASA e AST estão presentes principalmente na quebra do talude e talude continental, mas podem avançar sobre a plataforma externa e média em situações especiais (MIRANDA, 1972; MIRANDA, 1982; CIOTTI et al., 1995; SOUZA et al., 2006; SOARES & MÖLLER, 2001), enquanto a AC e suas misturas com as águas de domínio externo estão presentes na coluna d'água da plataforma.

A posição e alcance de cada uma das massas d'água vai ter como fator predominante os ventos. No inverno as características físicas sobre a plataforma são mais homogêneas indicando maior mistura e a influência da ASA é mais notável, sendo a CM identificada em latitudes mais baixas e sua influência podendo chegar a São Paulo, apesar de normalmente não passar do Rio Grande do Sul. Neste período então a latitude da ZCST é deslocada para norte e águas mais frias banham as praias gaúchas (SOUZA et al., 2006; SOARES & MÖLLER, 2001).

No verão, porém, o sistema de ventos é invertido, predominando os ventos do quadrante norte. Com isso há a intensificação da Corrente do Brasil e uma maior influência da AT sobre a plataforma do Rio Grande do Sul. Esta forçante de norte desloca então a ZCST para latitudes mais altas e a influência da CM e da descarga do Rio da Prata não ultrapassam os 32° S próximo a cidade de Rio Grande. A presença desta massa de origem equatorial eleva as temperaturas da superfície do mar em até 10°C, sendo esta variação identificada por

imagens de satélites e pela população que frequenta os balneários do litoral gaúcho (SOARES, 2002).

A força de Coriolis atuando sobre o movimento gerado pela forçante dos ventos norte/nordeste na primavera e verão tende a deslocar camadas de água no sentido “offshore” (em direção ao mar aberto) e com isto, próximo ao talude continental este deslocamento provoca a intrusão de águas mais profundas sobre a plataforma (AST e ASA, conhecidas também como Água Central do Atlântico Sul) (LOPES et al., 2006). Por estarem fora da camada eufótica essas massas possuem uma concentração mais elevada de nutrientes que se tornam disponíveis aos produtores primários ao alcançarem menores profundidades (ODEBRECHT & DJURFELDT, 1996).

Esta intrusão é conhecida como ressurgência de quebra de plataforma, onde a feição morfológica, junto com a direção dos ventos é favorável ao movimento ascensional da massa.

A praia arenosa de Tramandaí, no litoral norte do Rio Grande do Sul assim como as outras praias do estado recebe a influência das diferentes massas de água oceânica avançando sobre a plataforma (SOUZA et al., 2006; SOARES & MÖLLER, 2001), além do fluxo de água doce ou menos salina vinda do estuário, o que torna a AC da região uma mistura complexa que irá se refletir na composição biológica da coluna d’água. Os organismos do plâncton, que tendem a se deslocar junto com as correntes são geralmente os mais afetados e por responderem às mudanças de variáveis ambientais, tendem a ser considerados indicadores de eventos e presenças das massas de água de diferentes origens. Nos corpos de água costeiros da região, espécies de zooplâncton puderam também ser identificadas como indicadoras de poluição orgânica (PEDROZO E ROCHA, 2005) e no Estuário de Tramandaí principalmente nos meses de veraneio esta poluição foi identificada por CAMPELLO (2006) e registrado sua influência nos organismos bentônicos.

Como importância ecológica, os organismos zooplânctônicos são os principais consumidores primários dos oceanos e transferem a energia fixada pelas algas para os níveis tróficos superiores, e na zona de arrebentação, representam a base da cadeia alimentar de larvas de peixes e crustáceos explorados comercialmente (LASIAK, 1986; BROWN & MCLACHLAN, 1990).

Descrições da composição do zooplâncton da Zona de Arrebentação das praias do sul do Rio Grande do Sul indicaram uma variação sazonal da mesma (BERSANO, 1994) com a presença de espécies características de diferentes regiões. Esta espécie de água oceânica (BOLTOVSKOY, 1999) tem registro em grande parte dos oceanos ao redor do planeta (GERVASI et al., 1988; BRADFORD-GRIEVE et al., 1996; ARTÜZ, 2005; BERASATEGUI et al., 2006) e na margem oeste do Oceano Atlântico Sul, *C.vanus* aparece sobre a plataforma continental argentina em zonas de convergência de massas de água. Nesta região, apesar de bem distribuído parece ser mais abundante em regiões de maior mistura e pouca estratificação (SABATINI & MARTOS 2002, BERASATEGUI et al., 2006). Registros no Brasil foram feitos em camadas profundas sobre a plataforma e durante eventos de ressurgência em Cabo Frio-RJ onde a espécie foi encontrada junto com *Ctenocalanus citer* e *Calanoides carinatus*, também representantes de altas latitudes (VALENTIN, 1980).

Mesmo com sua importância em termos de distribuição, frequência e abundância são raros os conhecimentos sobre a biologia de *C. vanus*, o que guiou no objetivo de aprofundar os estudos sobre a mesma neste trabalho. Da mesma forma, apesar da importância do conhecimento sobre o zooplâncton, pouco se sabe do comportamento da sua comunidade na região da Praia de Tramandaí – RS, mesmo sendo esta uma localidade onde parte da população tem fonte de renda na pesca (SOARES, 2002).

Devido às lacunas de conhecimento existentes, realizou-se este estudo com dois objetivos gerais distintos:

O capítulo 1 teve como objetivo estudar a variação temporal do zooplâncton da zona de arrebentação da Praia de Tramandaí – RS em termos de composição, abundância, diversidade e biomassa através de coletas quinzenais no período de um ano. De acordo com os registros de frequência e abundância da espécie *Ctenocalanus vanus*, encontrados durante o desenvolvimento do primeiro capítulo foi realizado o capítulo 2. Os objetivos do segundo capítulo foram gerar dados sobre *C. vanus* e informações sobre sua forma de desova que possibilitem o desenvolvimento de métodos mais eficientes para se estimar sua produção de ovos, além de aumentar o conhecimento inicial das exigências da espécie em termos de alimentação, através de experimentos com duas diferentes dietas.

4. CAPÍTULO PRIMEIRO

Redigido conforme as normas da revista Iheringia - Série Zoológica (ANEXO I)

Título: “Variação quinzenal do zooplâncton da Praia de Tramandaí - RS, com ênfase no grupo Copepoda.”

Autores: Tatiana R. Avila¹, Catarina S. Pedrozo¹ e José Guilherme F. Bersano².

1 - Laboratório de Zooplâncton - Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves 9500, setor 4, prédio 43422 - Caixa postal 15007, 91540-000 Porto Alegre, RS, Brasil - Telefone: (51) 3316 7623 Fax: (51) 3316 7626. (tatioceano@yahoo.com.br; catarina@ecologia.ufrgs.br).

2 – Laboratório de Zooplâncton - Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Av. Itália Km 8, Campus Carreiros, Rio Grande, Brasil – Telefone: (53) 32336536. (docber@furg.br).

4.1. Abstract

In order to know the temporal variability of density, species composition, biomass and diversity of the surf zone zooplankton from Tramandaí Beach, RS, Brazil, a study program was carried out between August 2005 and August 2006. Samples were taken fortnightly using a zooplankton net of 150 cm total length, 50 cm mouth diameter and 300 μm nylon mesh size. Data on wind direction, longshore current, salinity, air and water temperature were taken as well. Copepoda presented the highest species diversity, being *Temora turbinata* the specie with higher relative abundance and frequency of occurrence. Other Copepoda species were also numerically important, such as *Acartia tonsa*, *Subeucalanus pileatus* and *Ctenocalanus vanus*. The Mysidacea *Metamysidopsis elongata atlantica* presented frequency of 58,33 % and relative abundance of 44 %. The peak of mesozooplanktonic biomass (96 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) was recorded in September/2005, corresponding to the maximum density value presented for this species (3535 $\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$). Chlorophyll-*a* concentrations ranged between 4,21 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ in December/2005 and 138

$\mu\text{g.L}^{-1}$ in July/2006, with common values above $80 \mu\text{g.L}^{-1}$. Information about zooplankton of this region is scarce and the results of this study will provide a base for the knowledge about the biological processes occurring in the surf zone of Tramandaí Beach.

Key-words: surf zone, Tramandaí Beach, Zooplankton, Copepoda, *Metamysidopsis elongata atlantica*.

4.2. Resumo

Com o objetivo de conhecer a variação temporal da composição, abundância, diversidade e biomassa do zooplâncton da zona de arrebentação da Praia de Tramandaí - RS, amostragens quinzenais foram realizadas entre agosto de 2005 e agosto de 2006. Os arrastos foram efetuados com rede cilindro-cônica e malha de $300 \mu\text{m}$ e dados sobre a direção do vento, corrente de deriva litorânea, salinidade, temperatura do ar e da água também foram obtidos. O grupo dos Copepoda foi responsável pela maior diversidade de espécies, sendo que *Temora turbinata* apresentou maior abundância relativa e frequência de ocorrência. Outras espécies de Copepoda também foram importantes numericamente como *Acartia tonsa*, *Subeucalanus pileatus* e *Ctenocalanus vanus*. O Mysidacea *Metamysidopsis elongata atlantica* apresentou frequência de 58,33 % e abundância relativa de 44 % sendo o pico de biomassa de mesozooplâncton (96 mg.m^{-3}) registrado em setembro de 2005 correspondente ao máximo valor de densidade apresentado pela espécie (3535 org.m^{-3}). As concentrações de clorofila-*a* ficaram entre $4,21 \mu\text{g.L}^{-1}$ em dezembro de 2005 e $138 \mu\text{g.L}^{-1}$ em junho de 2006, com registros frequentes acima de $80 \mu\text{g.L}^{-1}$. Informações sobre o zooplâncton desta região são muito escassas e os dados levantados neste trabalho servirão de base para o conhecimento dos processos biológicos que ocorrem na coluna d'água da Praia de Tramandaí - RS

Palavras-chave: Copepoda, Zona de arrebentação, Praia de Tramandaí.

4.3. Introdução

Praias arenosas são ecossistemas presentes nas linhas de costa de diversos locais no mundo, sendo utilizadas pelos seres humanos como fonte de renda através da pesca e para lazer e recreação. Apesar de cenário freqüente, diferenças nas morfologias da praia e nas zonas de arrebentação são facilmente identificadas, podendo ser notadas zonas largas com seqüências de quebras de onda até praias onde existe apenas uma linha de quebra, ou a ausência da mesma (MCLACHLAN, 1980; BROWN & MCLACHLAN, 1990).

Estas diferenças estão relacionadas principalmente com o grau de exposição à ondas à que está submetida determinada região, com praias mais abrigadas apresentando pouca energia e menor zona de arrebentação (praias refletivas) e regiões abertas, com alta energia de ondas e fortemente trabalhadas pelas mesmas, tendendo a possuir um declive de praia menos acentuado, uma zona de arrebentação larga e rasa, com grande dissipação de energia (praias dissipativas) e conseqüente formação de correntes de retorno e deriva litorânea (MCLACHLAN, 1980; BROWN & MCLACHLAN, 1990).

A dinâmica das praias dissipativas permitem a recirculação da matéria orgânica dentro de seus limites (MCLACHLAN, 1980) através da decomposição bacteriana e do reaproveitamento dos nutrientes pelos organismos do fitoplâncton, afetando de forma positiva o crescimento do zooplâncton e de outros componentes da fauna praial.

Os organismos zooplanctônicos são os principais consumidores primários dos oceanos e transferem a energia fixada pelas algas para os níveis tróficos superiores. Sendo a zona de arrebentação um local de criação para algumas espécies, principalmente teleósteos zooplanctófagos, estes organismos possuem grande importância no ecossistema como base da cadeia alimentar das larvas de peixes e crustáceos explorados comercialmente (LASIAK, 1986; BROWN & MCLACHLAN, 1990).

O zooplâncton marinho é dominado por copépodes, sendo este, o grupo com melhor descrição e maior conhecimento do Oceano Atlântico Sul (BOLTOVSKOY, 1999). Nas zonas de arrebentação tendem a possuir maior diversidade, dividindo com Mysidacea a abundância em termos de biomassa (BERSANO, 1994).

As praias da região de Tramandaí, assim como toda a costa do Rio Grande do Sul é dominada pela ação de ondas e possui um caráter aberto e exposto diretamente à ação de ondas de energia média a elevada (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1991). A zona de arrebentação formada recebe aporte de águas continentais através dos sangradouros presentes na linha de costa e do estuário do Rio Tramandaí, considerado um berçário e regulador dos estoques pesqueiros. Este é formado pelas Lagunas do Armazém, Tramandaí e canal de descarga, recebendo toda a carga hídrica procedente do sistema de lagunas e desaguando no mar pelo canal (SOARES, 2002). Além disto, o padrão de circulação das águas oceânicas na região é influenciado pela confluência de massas de origens distintas, sendo a Água Tropical, transportada pela Corrente do Brasil, de direção norte-sul, a de maior presença no verão, e as massas de Água Subtropical e Subantártica, transportadas pela Corrente das Malvinas de direção sul-norte, as de maior intensidade durante o inverno (MIRANDA, 1972; MIRANDA, 1982; CIOTTI *et al.*, 1995; SOARES & MÖLLER, 2001; SOUZA *et al.*, 2006).

Considerando que os organismos do zooplâncton têm sua distribuição de larga escala ligada diretamente ao movimento das massas de água, as assembléias zooplanctônicas podem ser modificadas de acordo com a origem e mistura das águas que predominam numa determinada região. Em Tramandaí estas origens são variáveis, podendo estes organismos servir de indicadores desta amplitude de influências. No entanto, informações sobre o zooplâncton desta região são muito escassos e em função desta carência, o presente estudo teve como objetivos estudar sua variação temporal em termos de composição, abundância, diversidade e biomassa na zona de arrebentação da Praia de Tramandaí - RS e a influência de variáveis bióticas e abióticas sobre esses atributos da assembléia.

4.4. Material e Métodos

4.4.1. Coletas e análises em laboratório

Este estudo foi desenvolvido em um ponto situado na zona de arrebentação da Praia de Tramandaí – RS (Figura 1) próximo a plataforma de pesca do balneário (30°00'17" S; 50°07'45" O), sendo coletada uma amostra a cada quinze dias entre agosto de 2005 e agosto de 2006. A cada amostragem, a temperatura da água e do ar foi medida com um termômetro de mercúrio, a salinidade com um refratômetro (Atago modelo S/Mill – E) e a direção da corrente de deriva foi obtida com um flutuador neutro. Este flutuador foi confeccionado com uma garrafa plástica preenchida com 50 % de água do mar, amarrada a uma corda de 10 m de comprimento e solta na superfície da água registrando-se a direção para onde ela era carregada pela corrente. Os dados de direção e velocidade do vento à 10 m de altura, foram cedidos pela estação meteorológica de Tramandaí- Epagri/Ciram.

Uma rede de plâncton cilindro cônica com malha de 300 µm, aro de 0,5 m e 1,5 m de comprimento foi utilizada para a coleta do zooplâncton. Arrastos horizontais de superfície com aproximadamente 3 min de duração foram realizados dentro da zona de arrebentação numa profundidade em torno de 1,5 m. Um fluxômetro (Hydro-Bios Kiel) foi acoplado à boca da rede a fim de se determinar o volume de água filtrada. Após as coletas todo o material obtido foi fixado com solução de formaldeído neutralizado com Tetraborato de Sódio em concentração final de 4 %.

A identificação e quantificação dos organismos foram realizadas sob microscópio estereoscópico (Olympus BH-2) e microscópio óptico (Olympus – SDILK) sempre que necessário para determinação em nível de espécie, utilizando-se para isto os guias compilados por BJÖRNBERG (1981), MONTÚ e GOEDEN (1986) e BRADFORD-GRIEVE *et al.* (1999), dando-se maior ênfase para a Subclasse Copepoda.

A biomassa zooplanctônica em peso seco foi determinada para alíquotas representando 10 % do volume total da amostra, sendo todos os organismos presentes na alíquota separados dos

detritos presentes e pesados em dois grupos, sendo um deles os crustáceos e o outro, os chamados gelatinosos que corresponderam aos Sifonóforos, Hidromedusas, Quetógnatos, Salpas e Doliolídeos. Cada fração foi concentrada em rede de malha 45 μm e lavada com água destilada para retirada dos sais dissolvidos e em seguida retida em micro filtro de 0,47 μm (GF 52-C) previamente pesados. O material foi levado à estufa a 60°C (BEERS, 1976) por 20 horas e após este período os filtros permaneceram durante 6 horas em um dessecador à temperatura ambiente e então o foi pesado em uma balança (Sartorius Research R 160) de cinco casas para a obtenção do peso seco (BERSANO, 1994).

A fim de se determinar a concentração de clorofila-*a* no momento da coleta dos organismos do zooplâncton, coletou-se água do mar com um recipiente plástico acondicionando a mesma no escuro em uma caixa de isopor com gelo. Em laboratório, sub-amostras entre 5 e 50 mL (dependendo da concentração de algas) foram filtradas em triplicata em filtros de 0,47 μm (GF 52-C) e levadas ao congelador. A extração de pigmentos seguiu a metodologia de PARSONS *et al.* (1984) colocando-se 10 mL de acetona por 24h e seguida por leitura em um fluorímetro (Turner Designs TD-700) cedido pelo Laboratório de Fitoplâncton da FURG.

4.4.2. Análise dos dados

Densidade de organismos (org.m^{-3}) e Índice de diversidade de Shannon (MARGALEF, 1995) foram calculados para cada unidade amostral. A frequência de ocorrência e abundância relativa foram determinadas utilizando-se todos os taxa encontrados e somente as espécies de copépodes, sendo consideradas abundantes aquelas que apresentaram densidade média maior que a densidade média total (LOBO & LEIGHTON, 1986). Correlações entre variáveis bióticas (densidade de cada taxa em cada coleta ou densidade de cada espécie de copépode em cada coleta) e abióticas (temperatura do ar, temperatura da água, direção do vento, velocidade do vento, direção da corrente e salinidade), foram avaliadas através da Análise de Correspondência Canônica (ACC). A ACC foi realizada com diferentes combinações de utilização de taxa nas bióticas

(somente Crustacea, somente Crustacea abundantes, somente Copepoda, somente Copepoda abundantes ou somente as espécies indicadoras) e nas abióticas (clorofila-*a* e peso seco de zooplâncton foram utilizados ou suprimidos como variável neste item nas diferentes combinações analisadas). Um teste de espécies indicadoras (DUFRENE & LEGENDRE, 1997) utilizando as densidades de organismos foi aplicado, agrupando as unidades amostrais de acordo com as estações do ano, na tentativa de se identificar as espécies características de cada estação. O programa PC-ORD, Versão 4.10 (MCCUNE & MEFFORD, 1999) foi utilizado para realizar as análises estatísticas deste trabalho.

4.5. Resultados

4.5.1. Variáveis abióticas

Durante o período de um ano de coleta, a temperatura do ar e da água tiveram um padrão de variação sazonal (Tabela I). A média de temperatura do ar foi 19,2°C com mínimo de 12°C em setembro de 2005 e máximo de 26 °C em fevereiro de 2006. A temperatura da água apresentou média de 18,15 °C com mínimo de 13 °C em setembro e novembro de 2005 e máximo de 25 °C em janeiro e fevereiro de 2006 (Tabela I). A salinidade esteve acima de 30 em mais de 50 % das amostragens, variando entre 37 em maio e julho de 2006 e 23 em janeiro do mesmo ano. A direção do vento predominante foi nordeste (NE), com frequência observada de 46 %, e maioria dos registros feitos na primavera e verão, enquanto os ventos de sudoeste (SO) representaram 21 % da frequência, com principais registros no inverno. A velocidade média do vento foi 3,52 m/s, o valor mínimo foi 0,01 m.s⁻¹ em 07/03/2007 e máximo de 7,47 m.s⁻¹ em 02/05/2006 com direção noroeste. A corrente de deriva se descolou em direção sul em 54,16 % das amostragens e em direção norte 45,84 % (Tabela I).

4.5.2. Zooplâncton

Um total de 81 taxa foram registrados para o zooplâncton da Praia de Tramandaí – RS durante este estudo. Sua descrição encontra-se em diferentes níveis de identificação, com a maioria dos copépodes e cladóceros identificados ao nível de gênero e espécie e alguns indivíduos reconhecidos somente ao nível de classe, como Ostracoda e Appendicularia (Tabela II).

Mysidacea e Copepoda apresentaram a maior densidade de organismos com 344 e 233 org.m⁻³ com os outros grupos ficando abaixo de 40 org.m⁻³ (Figura 2). O holoplâncton foi composto por 67 taxa identificados, 11 estágios larvais que compuseram o meroplâncton e 3 corresponderam a moluscos e isópodos bentônicos que podem aparecer na coluna d'água devido a ressuspensão causada pela ação de ondas. A Subclasse Copepoda foi dominante entre os

grupos com 43 taxa, dos quais 28 pertenceram à Ordem Calanoida, 4 à Ordem Cyclopoida, 3 à Ordem Harpacticoida e 8 à Ordem Poecilostomatoida.

Cladocera apresentou 14 espécies entre 4 marinhas e 10 de água doce com sua maior diversidade ocorrendo nos dias 21/09/2005 e 10/01/2006, quando também foram registrados representantes copépodes de água doce. A direção do vento no momento destas coletas foi nordeste, com corrente de deriva sul. A salinidade medida foi de 26 e 24 respectivamente, considerada abaixo da média registrada para o local de amostragem.

Chaetognatha, Salpida, Doliolida, Appendicularia, Actionopterygii na forma de ovos e Siphonophorae estiveram presentes principalmente no verão, com registros de ovos de peixes ainda na primavera e de Chaetognatha nos meses de outono. Entre os principais representantes do meroplâncton ficaram náuplios e cipris de Cirripedia e larvas de crustáceo Decapoda, no qual entraram vários estágios de desenvolvimento do grupo.

A análise de abundância, considerando todos os taxa, indicou como abundantes na Praia de Tramandaí os copépodes *Acartia tonsa* (DANA, 1849), *Halicyclops* spp., *Ctenocalanus vanus* (GIESBRECHT, 1888), *Subeucalanus pileatus* (GIESBRECHT, 1888) e *Temora turbinata* (DANA, 1849), o misidáceo *Metamysidopsis elongata atlantica* (BASCESCU, 1968), o anfípoda *Bathyporeiapus* sp., hidromedusas, larvas de crustáceo Decapoda e ovos de peixe. *M. elongata atlantica* apresentou 44,43 % de abundância relativa e *T. turbinata* 15,82 % com todos os outros taxa ficando abaixo de 6 %, sendo que a maioria contribuiu com menos de 1 %. Além de abundante e freqüente (58,3 %) a espécie de misidáceo também foi a que apresentou maior densidade registrada, com média de 320 org.m⁻³, alcançando 3535 org.m⁻³ em 13/09/2005.

Na análise de abundância (Tabela III) realizada somente com os copépodes, foram consideradas abundantes, além das já indicadas no teste total, as espécies *Notodiptomus incompositus* (BRIAN, 1925) e *Paracalanus quasimodo* (BOWMAN, 1971). *T. turbinata* foi a espécie que apresentou maior freqüência (71 %) e abundância relativa (48,96 %) seguida em freqüência por *Pseudodiptomus richardis* (Dahl, 1894) (63 % e 1,49 %), *C. vanus* (58 % e 15,91

%), *A. tonsa* (50 % e 9,52 %) e *Parvocalanus crassirostris* (DAHL, 1894) (50 % e 0,68 %) (Tabela III).

A. tonsa, *C. vanus*, *S. pileatus* e *T. turbinata* foram responsáveis por 79,92 % da abundância relativa de copépodes. *A. tonsa* teve densidade média de 22 org.m⁻³ com valores máximos no verão e pico de 271 em fevereiro de 2006, enquanto *C. vanus* e *T. turbinata* tiveram sua maior densidade em 28 de agosto de 2005 com 636 e 825 org.m⁻³ respectivamente, sendo o primeiro mais freqüente no inverno e o segundo presente e responsável pelas maiores abundâncias quase o ano inteiro. *S. pileatus* foi registrado em todas as estações com pico de densidade de 74 org.m⁻³ em março e julho de 2006, porém com maior freqüência no verão (Figura 3).

O teste de espécies indicadoras (DUFRENE & LEGENDRE, 1997) apresentou *Acartia lilljeborgi* (GIESBRECHT, 1892), *Oithona plumifera* (BAIRD, 1843), *Paracalanus aculeatus* (GIESBRECHT, 1888), *Penilia avirostris* (DANA, 1852) e a presença de ovos de peixe como característicos do verão, *Corycaeus amazonicus* (DAHL, 1894) do inverno e *Bathyporeiapus sp.* e *Bosmina longirostris* (MÜLLER, 1785) da primavera, não havendo representantes da estação de outono (Tabela IV).

4.5.3. Riqueza e diversidade

A riqueza média do zooplâncton na zona de arrebentação da Praia de Tramandaí foi de 17,79 taxa, com máximo de 34 e mínimo de 6 e apresentou diversidade máxima de 2,603 ind.bits⁻¹ no mês de janeiro (Figura 5). Quando analisadas as amostras somente em relação ao grupo de copépodes, a densidade máxima (org.m⁻³) registrada foi de 1884 org.m⁻³ no mês de agosto de 2005 (Figura 4) e a riqueza média foi 7,66 espécies com máximo de 17 e mínimo de 1. A diversidade para o grupo ficou em torno de 1,1 ind.bits⁻¹ (Figura 6).

4.4.4. Clorofila-a e biomassa zooplanctônica

O valor médio de clorofila-*a* encontrado foi 38,28 $\mu\text{g.L}^{-1}$, com picos acima de 100 $\mu\text{g.L}^{-1}$ em maio e junho de 2006 e atingindo 138 $\mu\text{g.L}^{-1}$ sob condições de vento Sudoeste, em 28 de junho durante um elevado crescimento de algas marrons (Figura 7). Em janeiro de 2006 foram detectadas altas concentrações de diatomáceas cêntricas e do dinoflagelado *Noctiluca*, apresentando 90 $\mu\text{g.L}^{-1}$ de clorofila-*a*. Em dezembro de 2006 foram registrados os menores valores de clorofila-*a* quando as condições ambientais apresentavam vento de 3,75 m.s^{-1} de direção nordeste e salinidade de 38 com temperatura da água de 21 °C no dia 13 e reduzindo para 16 no dia 26 deste mês.

Em 13 de setembro de 2005, quando a clorofila-*a* foi de 88 $\mu\text{g.L}^{-1}$, foi registrado o maior valor de peso seco de zooplâncton total, igual a 96,68 mg.m^{-3} . Deste total, apenas 0,17 mg.m^{-3} corresponderam ao grupo de gelatinosos e a grande parte da biomassa referiu-se aos crustáceos, que nesta amostra foram majoritariamente representados pela espécie *M. elongata atlantica* com seu pico de densidade de 3535 org.m^{-3} .

Da mesma forma, ao longo dos meses de coleta, a fração de crustáceos das amostras representou de modo geral o maior peso da biomassa. A contribuição dos gelatinosos foi mais freqüente e significativa durante a primavera e verão e a maior biomassa do grupo foi de 14 mg.m^{-3} em março de 2006, apresentando 9 mg.m^{-3} e 7 mg.m^{-3} em dezembro de 2005 e janeiro de 2006 respectivamente (Figura 8).

A análise de correspondência canônica não apresentou correlação entre os dados abióticos e a composição, densidade e freqüência das espécies.

4.6. Discussão

4.6.1. Variáveis abióticas e zooplâncton

Através dos valores registrados para temperatura do ar e da água e das observações de direção e velocidade do vento, ficou evidenciado que estas variáveis apresentaram um padrão sazonal. Os valores máximos e mínimos de temperatura do ar ficaram dentro do esperado para a Praia de Tramandaí - RS, que está em uma região classificada como clima Subtropical Úmido de acordo com KÖPPEN (1948), assim como os valores de temperatura da água do mar que no verão são mais elevados devido ao aumento da insolação e trocas de calor com a atmosfera e da maior influência da Água Tropical (AT).

Como esperado, os ventos Nordeste foram predominantes e mais intensos na primavera e no verão, enquanto a maior frequência dos ventos de quadrante sul ocorreu no inverno, situações bastante comuns na costa do Rio Grande do Sul (HASENACK & FERRARO, 1989; TOMAZELLI, 1993). Os períodos de ventos nordeste favorecem o deslocamento das camadas de águas superficiais costeiras em direção “offshore” diminuindo a resistência que as mesmas oferecem ao deságüe do estuário e possibilitando maior aporte de águas continentais na zona costeira. Além disso, o fenômeno facilita a ascensão da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) na quebra da plataforma continental e seu deslocamento sobre a mesma (SOARES & MÖLLER, 2001).

A ACAS é uma massa de água com maior concentração de nutrientes do que a AT (CIOTTI *et al.*, 1995; SOARES & MÖLLER, 2001) e sua ascensão representa um processo de fertilização da zona costeira sul e sudeste do Brasil (LOPES *et al.*, 2006), o que permite uma produtividade primária mais elevada (ODEBRECHT & DJURFELDT, 1996), que por sua vez impulsiona a produção zooplanctônica e dos demais níveis da cadeia trófica. Este processo poderia também estar ocorrendo na zona costeira de Tramandaí, favorecendo a manutenção dos estoques pesqueiros. Cabe lembrar que durante este estudo, larvas de peixes e de camarão foram frequentemente encontradas nas amostras, podendo representar estágios de desenvolvimento das

espécies capturadas por pescadores na região de estuário e zona costeira de Tramandaí (SOARES, 2002).

As variações na composição do zooplâncton observadas ao longo o estudo, reforçam que esta é uma região que recebe contribuições de água de diferentes origens, como a AT, de característica mais oligotrófica, transportada em direção sul pela Corrente do Brasil (CAMPOS *et al.*, 1995), Água Subantártica, Água Subtropical e ACAS, transportadas para norte pela Corrente das Malvinas (CM) (PIOLA *et al.*, 1999, CAMPOS *et al.*, 2000) e o aporte de água doce proveniente do deságüe do Rio Tramandaí. Assim como em outros estudos sobre o zooplâncton marinho (BJÖRNBERG, 1981; BRADFORD-GRIEVE *et al.*, 1999; CAVALCANTI & LARRAZABÁL, 2004), o grupo Copepoda foi responsável pela maior diversidade, representado principalmente por espécies da Ordem Calanoida.

Como observado nos resultados, alguns valores de salinidade foram relativamente baixos (23 – 26), fato que pode estar relacionado com os deságües do Rio Tramandaí e com a dinâmica de circulação local. A corrente de deriva litorânea atua diretamente na zona de arrebenção e é gerada pela ação de ondas e ventos, geralmente adquirindo a direção da forçante do vento (MCLACHLAN, 1980). A ação desta corrente, explicaria os dados de salinidade registrados abaixo da média no ponto de coleta, já que este se localiza ao sul da saída do estuário e sob condições de ventos do quadrante norte pode receber águas menos salinas transportadas pela deriva litorânea.

A presença de Cladocera esteve relacionada a salinidades mais baixas, indicando maior influência das águas estuarinas na costa. O estuário de Tramandaí recebe parte do esgoto doméstico das cidades de Imbé e Tramandaí, sendo registrados alguns níveis de contaminação orgânica no mesmo (CAMPELLO, 2006) e o registro de *Bosmina longirostris* e *Moina micrura* (KURZ, 1874) segundo PEDROZO & ROCHA (2005) indicam poluição orgânica na região dos lagos costeiros próximos ao estuário.

Os grupos Chaetognatha, Salpida, Doliolida, Appendicularia, Hidromedusae e Siphonophorae possuem espécies tanto de águas frias como tropicais (BRADFORD-GRIEVE *et al.*,

1999), sendo que sua presença foi aqui identificada principalmente no verão, assim como *Actionopterygii* na forma de ovos. Porém sem a identificação em nível de espécies, não se pode fazer uma discussão maior a seu respeito.

Assim como observado para a Praia do Cassino (BERSANO, 1994), os náuplios e cipris de Cirripédia e também larvas de crustáceo Decapoda, foram importantes representantes do meroplâncton.

Devido a importância de diversidade e abundância de Copepoda, este será discutido com maior ênfase em nível de composição de espécies. A espécie *Temora turbinata* foi a mais freqüente e abundante em nosso estudo. A espécie é considerada de águas oceânicas e costeiras em massas de água tropical e subtropical na margem oeste do Oceano Atlântico Sul (BOLTOVSKOY, 1999). Apesar de hoje ser encontrada no Brasil próximo a estuários em grande abundância (STERZA & FERNANDEZ, 2006), não se encontram registros da espécie no litoral sul do Rio Grande do Sul em estudos de alguns anos atrás (MONTÚ, 1980; BERSANO, 1994). Até meados de 1994, *Temora stilyfera* era a principal representante do gênero nestas latitudes, sendo *T. turbinata* encontrada em abundância em águas neotropicais (CHISHOLM & ROFF, 1990a; CHISHOLM & ROFF, 1990b).

Acartia tonsa e *Subeucalanus pileatus* apresentaram certa freqüência e abundância ao longo do ano na Praia de Tramandaí, da mesma forma que foram freqüentes nas praias do sul do Rio Grande do Sul no levantamento feito por BERSANO (1994) e podem ser encontradas em regiões costeiras e estuários desde a Argentina e ao longo da costa Brasileira (BERSANO, 1994; SABATINI & MARTOS, 2002; BERASATEGUI *et al.*, 2006; STERZA e FERNANDEZ, 2006). De acordo com suas distribuições espaciais, *A. tonsa* foi classificada por MONTÚ (1980) como eurihalina e euritérmica, o que explica sua ampla distribuição latitudinal, porém não atingindo grandes densidades ao se afastar da zona costeira em direção à plataforma aberta, sendo *S. pileatus* mais resistente a este deslocamento perpendicular à costa.

Neste estudo, *Ctenocalanus vanus* apresentou-se como o representante mais importante de águas frias. Esta espécie tem origem Subantártica, sendo geralmente dominante em zonas de convergência da Corrente Circumpolar Antártica (BERNARD & FRONEMAN, 2003; BERNARD & FRONEMAN, 2005). Na margem oeste do Atlântico Sul, aparece na Argentina com frequência e grande abundância sobre a plataforma continental (SABATINI & MARTOS, 2002; BERASATEGUI *et al.*, 2006), sendo registrado no Brasil na região de Cabo frio (VALENTIN *et al.*, 1975; VALENTIN, 1980) em eventos de ressurgência.

Essa espécie pode também chegar à costa Rio Grandense no inverno, sendo transportado pela CM e Água Costeira acompanhando o fluxo norte do Rio da Prata. Na primavera é possível que sua presença esteja ligada às ressurgências de quebra de plataforma, já que na região próxima a Tramandaí esta é mais estreita se comparada com o litoral sul, permitindo que as águas ascendentes estendam suas influências até mais próximo à costa. Os registros de *Calanoides carinatus* (KROYER, 1849) na primavera podem também estar associados aos mesmos eventos.

No trabalho de BERASATEGUI *et al.* (2006), *A. tonsa* e *C. vanus* encontram-se espacialmente separados na coluna d'água, com a primeira dominando na região do estuário do Rio da Prata e a segunda na Plataforma Continental. Nossos resultados não avaliaram a distribuição espacial das espécies, mas demonstram uma tendência à separação temporal com maior frequência e maior abundância relativa de *C. vanus* no inverno e primavera e *A. tonsa* com presença mais significativa no verão, sendo, porém identificada a coexistência entre as espécies.

Notodiaptomus incompositus e *Pseudodiaptomus richardi* são espécies de água doce e estuarinas (MONTÚ, 1980; BERASATEGUI *et al.*, 2006; STERZA & FERNANDEZ, 2006) e foram abundantes e frequentes no ponto de coleta. Segundo Montú (1980), *P. richardi* é mais resistente à variação de salinidade, o que pode explicar sua presença em maior frequência e abundância na zona de arrebentação de Tramandaí, quando comparado com *N. incompositus*. O registro de

ambos copépodes demonstra junto com Cladocera a forte influência dos deságües na fauna da região.

O grupo Mysidacea não apresentou grande diversidade de espécies, sendo identificados somente adultos de *Metamysidopsis elongata atlantica*, mas representou o táxon com maior frequência e abundância registrada durante o período amostral. A importância de misidáceos em zonas de arrebentação também foi ressaltada em trabalhos na zona de arrebentação na África do Sul (MCLACHLAN, 1990; WOOLDRIDGE, 1983). No Brasil, *M. elongata atlantica* foi registrada no litoral de Santa Catarina (RESGALLA, 2001), São Paulo (LOPES et al, 1986; FRIES & BJÖRNBERG, 1996) e nas praias do sul do Rio Grande do Sul, onde foi reconhecida como a principal responsável pelos valores de densidade e biomassa registrados em Crustacea (BERSANO, 1994).

Entre os organismos do merôplankton, a presença em todas as estações do ano, das larvas de crustáceo Decapoda e os ovos de peixe abundantes durante o verão, demonstram a importância como área de criação representada pela zona de estudo. O Amphipoda Gamaridea do gênero *Bathyporeiapus*, considerado abundante neste estudo, também representou um importante taxa nas praias do sul do Rio Grande do Sul (BERSANO, 2004).

Das espécies indicadoras de águas mais quentes, *Acartia lilljeborgi*, *Oithona plumifera*, *Paracalanus aculeatus*, representaram a maior influência das massas da corrente do Brasil nesta estação, já que a primeira é mais abundante do que *A. tonsa* em águas com temperaturas mais elevadas (STERZA & FERNANDEZ, 2006) e as outras foram registradas e até abundantes no Nordeste brasileiro (CAVALCANTI & LARRAZABÁL, 2004). O cladócero *Penilia avirostris*, também classificada aqui como indicadora de verão, foi utilizada por VALENTIN (1983) junto com *C. vanus*, como indicadora de eventos de ressurgência na costa sul do Brasil. *Corycaeus amazonicus* apareceu somente em coletas de inverno, ao contrário de maior frequência no verão registrada por BERSANO (1994) e *Bathyporeiapus* sp. e *B. longirostris*, foram representantes da primavera, não havendo espécies relacionadas à estação de outono.

4.6.2. Riqueza e diversidade

Nossos resultados apresentaram diversidade máxima encontrada na zona de arrebentação de Tramandaí igual a 2,603 ind.bits⁻¹, enquanto o valor para a plataforma nordestina foi de 4,037 ind.bits⁻¹. As diferenças entre os referidos valores de diversidade concordam com as previsões de MARGALEF (1995) e BOLTOVSCYOY (1981), de que a diversidade do plâncton, é menor na costa do que nas regiões mais oceânicas e mínimas no estuário. A riqueza de copépodes encontrada (43 taxa) foi superior a encontrada na zona de arrebentação por BERSANO (1994) (28 taxa) e próxima à da Baía de Vitória (STERZA & FERNANDEZ, 2006) (49 taxa).

5.6.3. Clorofila-a e biomassa zooplânctônica

Dados elevados de clorofila-a foram freqüentes durante o período de estudos e estavam geralmente relacionados com a presença de grande concentração de algas marrons ou diatomáceas cêntricas. É interessante notar que os valores mínimos encontrados corresponderam aos mais elevados encontrados por CIOTTI *et al.* (1995) (4.3 mg.m⁻³) na saída do estuário da Lagoa dos Patos.

A biomassa máxima em peso seco de 96 mg.m⁻³ foi relativamente baixa quando comparada com o valor máximo de 895,2 mg.m⁻³ encontrado por BERSANO (1994) e as altas concentrações apresentadas na costa da Patagônia Argentina que chegou a alcançar valores em torno de 1200 mg.m⁻³, com freqüentes valores acima de 300 mg.m⁻³ (SABATINI *et al.*, 2001).

O levantamento da composição, densidade e biomassa do zooplâncton realizado neste trabalho servirá de base para um maior entendimento dos processos de mistura de águas e da capacidade de produção na região da praia de Tramandaí - RS.

4.7. Conclusão

Houve variações sazonais na composição do zooplâncton da zona de arrebentação estudada, sendo a maior diversidade apresentada pelo grupo Copepoda com maior contribuição da espécie *Temora turbinata* e o Misidacea *Metamysidopsis elongata atlantica* representando a maior abundância relativa e frequência observada. As variações na composição do zooplâncton reforçaram a influência de massas de água de diferentes origens na região. Apesar dos altos valores de clorofila-*a*, a biomassa de zooplâncton não indicou pesos significantes, pois se esperava maior produtividade para a região. Apesar disto, a frequente presença de larvas de crustáceos decápodes e ovos de peixes indicam a utilização da área, como zona de criação, merecendo maior atenção e estudos sobre as dinâmicas das populações e da produção primária e secundária na localidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro de Estudos Costeiros Limnológicos e Marinhos (CECLIMAR), em especial ao Osvaldo Stalhan Machado e Manoel Nunes de Melo pelo apoio nas coletas, ao técnico do Laboratório de Zooplâncton da FURG Waldemar José Apolinário Amaral, pela ajuda na análise das amostras, à Epagri/Ciram pelo fornecimento de dados meteorológicos da estação de Tramandaí, ao Laboratório de Fitoplâncton da FURG pelo auxílio nas análises de clorofila-*a* e ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico pela concessão da bolsa de estudos à primeira autora, vigente no período de março de 2005 à fevereiro de 2007.

Referências Bibliográficas

- BEERS, J.R. 1976. Determination of zooplankton biomass. *In*: Steedman, H.F. ed. **Zooplankton fixation and preservation, Monographs on Oceanographic Methodology**. UNESCO, Paris, p.35-86.
- BERASATEGUI, A.D., MARQUE, S. M., GÓMEZ-ERACHE, M., RAMÍREZ, F.C., MIANZAN, H.W., ACHA, E.M. 2006. Copepod assemblages in a highly complex hydrographic region. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** **66**: 483 – 492.
- BERNARD, K. S. & FRONEMAN, P. W. 2003. Mesozooplankton community structure and grazing impact in Polar Frontal Zone of the south Indian Ocean during austral autumn 2002. **Ocean. Polar Biology** **26**: 268–275.
- BERNARD, K. S. & FRONEMAN, P. W. 2005. Trophodynamics of selected mesozooplankton in the west-Indian sector of the Polar Frontal Zone, Southern Ocean. **Polar Biology** **28**: 594–606.
- BERSANO FILHO, J. G. 1994. **Zooplâncton da zona de arrebanção de praias arenosas, situadas ao sul de Rio Grande, RS. Primavera de 1990, verão de 1991**. Tese de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande-RS. 163p.
- BJÖRNBERG, T.S.K. 1981. Copepoda. *In*: Boltovskoy, D. ed. **Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**. Publicação Especial INIDEP. Mar del Plata, Argentina. V.2, p.587-679.
- BOLTOVSKOY, D. ed.1981. **Atlas Del Zooplâncton Del Atlântico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**. Publicação Especial do INIDEP, Mar del Plata, Argentina.
- BOLTOVSKOY, D. ed. 1999. **South Atlantic Zooplankton**. Backuys Publishers, Leiden. V. 2, p. 869 – 1706.

- BRADFORD-GRIEVE, J.M.; MARKHASEVA, E.L.; ROCHA, C.E.F. & ABIAHY B. 1999. Copepoda. *In*: Boltovskoy D.ed. **South Atlantic Zooplankton**. Leiden, Backhuys Publishers, v.2, p. 869-1098.
- BROWN, A.C. & McLACHLAN, A. 1990. **Ecology of Sandy Shores**. Elsevier. 328p.
- CAMPELLO, F. D. 2006. **A problemática da poluição por esgotos domésticos no sistema Estuarino-Lagunar Tramandaí-Armazém (RS, Brasil): física e química da água e a resposta dos macroinvertebrados Bentônicos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – RS. 194p.
- CAMPOS, E. J. D.; GONÇALVES, J. E. & IKEDA, Y. 1995. Water mass characteristics and geostrophic circulation in the South Brazil Bight: Summer of 1991. **Journal of Geophysical Research** **100** C9, 18537-18550.
- CAMPOS, E. J. D., VELHOTE, D. & SILVEIRA, I. C. A. 2000. Shelf break upwelling driven by Brazil Current cyclonic meanders. **Geophysical Research Letters**.
- CAVALCANTI, E. A. H. & LARRAZÁBAL, M. E. L. 2004. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (Segunda Expedição Oceanográfica – REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). **Revista Brasileira de Zoologia** **21** (3): 467–475.
- CHISHOLM, L.A. & ROFF, J. C. 1990a. Abundances, growth rates, and production of tropical neritic copepods off Kingston, Jamaica. **Marine Biology** **106**: 79 – 89.
- CHISHOLM, L.A. & ROFF, J. C. 1990b. Size-weight relationships and biomass of tropical neritic copepods off Kingston, Jamaica. **Marine Biology** **106**: 71 – 77.
- CIOTTI, A. M.; ODEBRECHT, C.; FILLMANN, G. & MÖLLER Jr., O.O. 1995. Freshwater outflow and subtropical convergence influence on phytoplankton biomass on the southern Brazilian continental shelf. **Continental Shelf Research** **15** (14): 1737-1756.

- DUFRENE, M. & P. LEGENDRE. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible symmetrical approach. **PC-ORD, Version 4.10. Ecological Monographs** 67:345-366.
- FRIES, B. G. & BJÖRNBERG, T.K.S. 1996. Aspectos sobre a biologia e ecologia dos misidáceos de São Sebastião, SP, BRASIL. **Programa e Resumos - XI Simpósio de Biologia Marinha** - 8 a 10 de novembro de 1996 Centro de Biologia Marinha - USP - São Sebastião, SP.
- HASENACK, H. & FERRARO, L.W. 1989. Considerações sobre o clima da Região de Tramandaí, RS. **Pesquisas** 22: 53 – 70.
- KOPPEN, W. 1948. **Climatologia, Com Un Estudio De Los Climas De La Tierra**. Tradução de Pedro R. Hendricks Perez. Mexico, Fondo De Cultura Economico. 478 p.
- LASIAK, T.A. 1986. Juveniles, food and the surf-zone habitat: implications for teleost nursery areas, **South Africa Journal of Zoology** 21:51-56.
- LOBO, E.A. & LEIGHTON, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la Zona Central de Chile. **Revista Biología Marina** 22: 1-29.
- LOPES, R.M.; ALMEIDA PRADO-POR, M.S.; POR, F.D. 1986. Zooplankton seasonality in the Rio Verde estuary (Juréia, São Paulo, Brazil). **Revista de Hidrobiologia Tropical** 19 (3-4): 207-314.
- LOPES, R.M; KATSURAGAWA, M.; DIAS, J.F.; MONTÚ, M.A.; MUELBERT, J.H.; GORRI, C. & BRANDINI, F.P. 2006. Zooplankton and ichthyoplankton distribution on the southern Brazilian shelf: an overview. **Scientia Marina** 70 (2): 189-202.
- MARGALEF, R. 1995. **Ecología**. Barcelona, Spain, Ediciones Omega S.A. 951 p.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M.J. 1999. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4**. MjM Software Design, Oregon. 237p.

- MCLACHLAN, A. 1980. Exposed sandy beaches as semi-closed ecosystems. **Marine Environmental Research 4**: 59-63.
- MCLACHLAN, A. 1990. Surf zone fauna. *In*: McLachlan A. & Brown, A.C. eds. **Ecology of Sandy Shores**. Elsevier, New York, p. 165-187.
- MIRANDA, L.B. 1972. **Propriedades e variáveis físicas das águas da plataforma continental do Rio Grande do Sul**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- MIRANDA, L.B. 1982. **Análise de massas de água da plataforma continental e da região oceânica adjacente: Cabo de São Tomé (RJ) à Ilha de São Sebastião**. Tese de Livre-Docente, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 194 p.
- MONTÚ, A.M. 1980. Zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos I. Estrutura e variações temporais e especiais da comunidade. *Atlântica*. 4: 53-72.
- MONTÚ, A.M. & GOEDEN, I. 1986. Atlas dos Cladocera e Copepoda (crustacean) do Estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande, Brasil). **Nerítica 1**(2):1-134.
- ODEBRECHT, C. & L. DJURFELDT. 1996. The role of nearshore mixing on the phytoplankton size structure off Santa Marta Cape, southern Brazil (Spring 1989). **Archive of Fishery and Marine Research 43**: 217-230.
- PARSONS, T. R.; MAITA, Y. & LALLI, C. M. 1984. A manual of chemical and biological methods for sea water analysis. **Pergamon Press**, Oxford.
- PEDROZO, C. S. & ROCHA, O. 2005. Zooplankton and water quality of lakes of the Northern Coast of Rio Grande do Sul State, Brasil. **Acta Limnologica Brasileira 17** (4): 445 – 464.
- PIOLA, A. R.; CAMPOS, E. J. D.; MÖLLER Jr, O. O.; CHARO, M. & MARTINEZ, C. 1999. **Continental shelf water masses off eastern South America – 20° to 40°S**. 10th Symposium on Global Changes Studies. p.9-12.
- RESGALLA JR., C. 2001. Estudo de impacto ambiental sobre a comunidade do Zooplâncton na enseada do saco dos limões, baía sul da ilha de Santa Catarina, Brasil. **Atlântica 23**: 5-16.

- SABATINI, M. E.; GIMENEZ, J. & ROCCO V. 2001. Características del zooplancton del área costera de la plataforma patagónica austral (Argentina). **Boletín. Instituto Español de Oceanografía** 17 (3-4): 245-254
- SABATINI M. & MARTOS P. 2002. Mesozooplankton features in a frontal area off northern Patagônia (Argentina) during spring 1995 and 1998. **Scientia Marina** 66 (3): 215 – 232.
- SOARES, I. & MÖLLER Jr. O. 2001. Low-frequency currents and water spatial distribution on the southern Brazilian shelf. **Continental Shelf Research** 21: 1785-1814.
- SOARES, L.S. 2002. **Imbé - Histórico/Turístico**. 2ª edição. Edição da autora. 114p.
- SOUZA, R. B.; MATA, M. M.; GARCIA, C. A. E.; KAMPEL, M.; OLIVEIRA, E. N. & LORENZZETTI, J. A. 2006. Multi-sensor satellite and in situ measurements of a warm core ocean eddy south of the Brasil-Malvinas Confluence region. **Remote and Sensing of environment** 100: 52-66.
- STERZA, J. M. & FERNANDES, L. L. 2006. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil). Characterization during a three-year study. **Brazilian Journal of Oceanography** 54 (2/3):95-105.
- TOMAZELLI, L. J. & VILLWOCK, J. A. 1991. Geologia do Sistema Lagunar Holocênico do Litoral Norte do Rio Grande Do Sul, Brasil. **Pesquisas** 18 (1): 13 – 24.
- TOMAZELLI, L.J. 1993. O regime de ventos e a taxa de migração das dunas eólicas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas**, v. 20 (1): 18-26
- VALENTIN, J.L. 1983. **L'écologie du plancton dans la remontée de Cabo Frio (Brésil)**. Tese de Doutorado. Universidade Aix-Marseille II.
- VALENTIN, J.; MACEDO, F.E.; MONTEIRO, W.M. & MUREB, M.A. 1975. **O plâncton na ressurgência de Cabo Frio [Brasil], V - Análise comparativa entre duas estações da Baía de Arraial do Cabo e uma estação fixa oceânica. Período de 04/02 a 16/04/73**. Publicação do Instituto de Pesquisa da Marinha, Ministério da Marinha, Rio de Janeiro, Brasil. Nº86.
- VALENTIN, J. 1980. L'écosystème d'upwelling à Cabo Frio (Brésil). Analyse em componentes principais du plâncton à une station fixe. **Oceanologia ACTA** 3 (1): 43-50.

WOOLDRIDGE, T.H. 1983. Ecology of beach and surf-zone mysid shrimps in the eastern cape, South Africa, In: McLachlan, A. & Erasmus, T. eds. **Sandy Beaches as Ecosystems**. W. Junk, The Hague, p.449-460.

4.8. Legendas de Tabelas e Figuras

Tabela I: Dados de temperatura do ar (TAR°C), temperatura da água (TAG°C), salinidade (Sal.), direção do vento (DV), velocidade do vento (Vv m.s⁻¹) e direção da corrente de deriva (DC) para cada data de amostragem na Praia de Tramandaí - RS.

Tabela II: Descrição dos Grupos taxonômicos do zooplâncton identificados na zona de arrebenção da Praia de Tramandaí –RS entre agosto de 2005 e agosto de 2006.

Tabela III: Porcentagem de frequência observada (FO), densidade média (DM), densidade máxima registrada (Dmáx), densidade mínima (Dmín) e abundância relativa (AR%) das espécies de copépodes identificadas na zona de arrebenção da Praia de Tramandaí – RS.

Tabela IV: Espécies do zooplâncton indicadoras de cada estação do ano na Praia de Tramandaí no período entre agosto de 2005 e agosto de 2006 de acordo com o teste de Dufrene & Legendre (1997).

Figura 1: Mapa do litoral do Rio Grande do Sul (Brasil) (modificado do original cedido por Carla Assef) indicando o estuário de Tramandaí, a Praia de Tramandaí ao sul do estuário onde foram coletados os organismos e o estuário da Lagoa dos Patos.

Figura 2: Densidade total (org.m⁻³) de cada grupo taxonômico registrado na Praia de Tramandaí- RS.

Figura 3: Densidade dos copépodes (org.m⁻³) que apresentaram maior abundância relativa (%) (*Temora turbinata*, *Subeucalanus pileatus*, *Ctenocalanus vanus* e *Acartia tonsa*) em cada amostragem.

Figura 4: Variação da densidade total de Copepoda (org.m⁻³) na zona de arrebenção da Praia de Tramandaí –RS, no período entre agosto de 2005 e agosto de 2006.

Figura 5: Variação da diversidade de Shannon (ind.bits⁻¹) do zooplâncton total da Praia de Tramandaí em cada coleta.

Figura 6: Variação da diversidade de Shannon (ind.bits⁻¹) dos copépodes identificados na Praia de Tramandaí em cada coleta.

Figura 7: Concentração de clorofila-*a* (µg.L⁻¹) na zona de arrebenção da Praia de Tramandaí – RS no período entre agosto de 2005 e agosto de 2006.

Figura 8: Biomassa em peso seco (mg.m⁻³) do zooplâncton de Tramandaí –RS. Biomassa de crustáceos (BioCr), biomassa de gelatinosos (BioGel) e biomassa total (BioTol).

4.9. Tabelas

Tabela I

Coletas	TAR	TAG	Sal.	DV	Vv	DC
	(°C)	(°C)			(ms ⁻¹)	
23/8/2005	19	17	31,5	NE	4,76	N
13/9/2005	12	13	25	SO	5,03	N
21/9/2005	19	15	26	NE	3,91	S
4/10/2005	19	17,5	30	NE	6,03	N
18/10/2005	18,5	19,5	30	SO	3,75	S
1/11/2005	12,5	18	30	SO	0,6	S
16/11/2005	23	21	30,5	SE	2,46	S
29/11/2005	17	13	33	NE	2,6	N
13/12/2005	23	21	38	NE	3,75	N
26/12/2005	17	16	36	NE	3,22	S
10/1/2006	25	25	24	NE	5,16	S
24/1/2006	23	23	23	NE	5,65	S
21/2/2006	26	25	29	S	2,21	N
7/3/2006	24,5	24	35,5	0	0,01	S
21/3/2006	19	15	26	N	4,93	S
17/4/2006	19	19	36	O	4,07	N
2/5/2006	15,5	16,2	37	NO	7,47	N
16/5/2006	18,5	18	36	NE	4,26	S
30/5/2006	18	17	34	0	0,03	N
13/6/2006	17	15,5	31	NE	3,48	S
28/6/2006	12,5	15	31	SO	1,14	N
13/7/2006	22	17	34	SO	2,97	S
25/7/2006	19	18	37	NE	3,13	N
8/8/2006	22	17	36	N	3,86	S

Tabela II

HOLOPLÂNCTONFilo **Arthropoda**Subfilo **Crustacea**Classe **Maxillopoda**Subclasse **Copepoda** (Milne-Edwards, 1840)Ordem **Calanoida** (Sars, 1903)*Acartia tonsa* (Dana, 1849)*Acartia lilljeborgi*

(Giesbrecht, 1892)

Calanoides carinatus

(Kroyer, 1849)

Calocalanus contractus

(Farran, 1926)

Centropages sp. -
copepodito*Centropages velificatus*

(Dana, 1849)

Copepoditos não
identificados*Ctenocalanus* sp. -

copepodito

Ctenocalanus vanus

(Giesbrecht, 1888)

Euchaeta marina

(Prestandrea, 1833)

Euchaeta sp. - copepodito*Labidocera fluviatilis*

(Dahl, 1894)

Labidocera sp. -

copepodito

*Notodiaptomus**incompositus* (Brian, 1925)*Paracalanus aculeatus*

(Giesbrecht, 1888)

Paracalanus parvus (Claus,
1863)*Paracalanus quasimodo*

(Bowman, 1971)

Paracalanus sp.*Paracalanus* sp. -

copepodito

Parvocalanus crassirostris

(Dahl, 1894)

Pontellopsis vilosa (Brady,
1883)*Pseudodiaptomus richardi*

(Dahl, 1894)

Scolecithrix danae

(Lubbock, 1856)

Subeucalanus pileatus

(Giesbrecht, 1888)

Temora stylifera (Dana,
1849)*Temora turbinata* (Dana,
1849)*Temora* - copepodito*Undinula vulgaris* (Dana,
1849)Ordem **Cyclopoida**

(Burmeister, 1834)

Halicyclops spp.

Cyclopoida spp.

Mesocyclops longisetus

(Thiébaud, 1914)

Oithona plumifera (Baird,
1843)Ordem **Harpacticoida** (Sars,
1903)

Harpacticoida spp.

Macrosetella gracilis

(Dana, 1847)

Microsetella rosea (Rose,
1933)Ordem **Poecilostomatoida**

(Thorell, 1859)

Corycaeus sp.*Corycaeus giesbrechti*

(Dahl, 1894)

Corycaeus amazonicus

(Dahl, 1894)

Corycaeus latus (Dana,
1849)*Oncaea conifera*

(Giesbrecht, 1891)

Oncaea mediterranea

(Claus, 1863)

Oncaea venusta (Phillipi,
1982)*Sapphirina* sp.Subclasse **Branchiopoda**

(Latreille, 1817)

Ordem **Cladocera***Bosmina huaronensis*

(Delachaux, 1918)

Bosmina longirostris

(Müller, 1785)

Bosmina sp.*Ceriodaphnia cornuta*

(Sars, 1886)

Cladocera spp.

Daphnia ambigua

(Scourfiel, 1947)

Diaphanosoma sp.*Evadnes nordmanni*

(Lovén, 1836)

Moina micrura (Kurz,
1874)*Moina* sp.*Penilia avirostris* (Dana,
1852)*Pleopsis poliphemoides*

(Leuckart, 1859)

Podon polyphemoides

(Leuckart, 1859)

Simocephalus sp.Classe **Malacostraca** (Latreille, 1806)

Ordem **Mysidacea** (Boas, 1883)

Metamysidopsis elongata
atlantica (Bascescu, 1968)

Classe **Ostracoda**

Filo **Chaetognatha** (Leuckart, 1894)

Ordem **Aphagnophora**

(Tokioka, 1965)

Sagitta spp.

Sagitta tenuis (Conant, 1896)

Filo **Chordata**

Subfilo **Urochordata**

Classe **Thaliacea**

Ordem **Salpida**

Thalia democratica (Forskal,
1775)

Salpida spp.

Ordem **Doliolida**

Classe **Appendicularia**

Filo **Cnidaria** (Verrill, 1865)

Superclasse **Hydrozoa** (Owen, 1843)

Classe **Hydromedusae** (Bouillon, Boero,
Cicogna, Gili e Hughes, 1992)

Classe **Siphonophorae** (Eschscholtz, 1829)

Ordem **Calycophorae** (Leuckart, 1854)

Ordem **Physonectae** (Haeckel, 1888)

Siphonophorae spp.

MEROPLÂNCTON

Filo **Arthropoda**

Subfilo **Crustacea**

Classe **Cirripedia**

Cipris

Nauplio

Classe **Malacostraca**

Larvas de crustáceo Decapoda

Juvenil de camarão

Megalopa

Filo **Echinodermata**

Estágio larval

Filo **Annelida**

Classe **Polychaeta**

Estágio larval

Filo **Chordata**

Subfilo **Vertebrata**

Classe **Actionopterygii**

Ovos

INDIVÍDUOS BENTÔNICOS

Filo **Mollusca**

Classe **Gastropoda**

Classe **Bivalve**

Filo **Arthropoda**

Subfilo **Crustacea**

Classe **Malacostraca**

Superordem **Peracarida**

Ordem **Isopoda**

Tabela III

Espécies	FO (%)	DM	D máx	D mín	AR (%)
Calanoida					
<i>Acartia tonsa</i>	50	22	271	2	9,5
<i>Acartia lilljeborgi</i>	25	1,77	23	0,17	0,8
<i>Calanoides carinatus</i>	12,5	0,14	3,1	0,03	0,05
<i>Calocalanus contractus</i>	4,7	0,13	3	3	0,05
<i>Centropages</i> sp. cop	4,7	0,13	3	3	0,05
<i>Centropages velificatus</i>	25	0,28	2,2	0,36	0,12
<i>Clausocalanus furcatus</i>	8,3	0,14	2	1,47	0,06
<i>Copepoditos</i>	29,7	1,26	15,6	0,35	0,54
<i>Ctenocalanus</i> sp. cop	8,3	0,20	3,8	1	0,08
<i>Ctenocalanus vanus</i>	58,3	37,07	636	0,7	15,91
<i>Euchaeta marina</i>	4,7	0,08	1,9	1,9	0,03
<i>Euchaeta</i> sp. cop	8,3	0,08	1,4	0,66	0,04
<i>Labidocera fluviatilis</i>	29,1	0,78	12	0,6	0,3
<i>Labidocera</i> sp. cop	16,7	0,62	10,4	1,1	0,3
<i>Notodiaptomus</i> <i>incompositus</i>	25	7,44	93	1,7	3,19
<i>Paracalanus aculeatus</i>	16,7	0,23	2,2	0,56	0,1
<i>Paracalanus parvus</i>	20,8	2,46	54	0,33	1
<i>Paracalanus quasimodo</i>	37,5	6,46	141	0,6	2,7
<i>Paracalanus</i> sp.	12,5	0,22	3,75	1,22	0,1
<i>Paracalanus</i> sp. cop	12,5	0,64	7,13	5,19	0,3
<i>Parvocalanus</i> <i>crassirostris</i>	50	1,57	11,2	0,17	0,8
<i>Pontellopsis vilosa</i>	4,2	0,04	1	1	0,02
<i>Pseudodiaptomus</i> <i>richardi</i>	62,5	3,46	48	1,8	1,5
<i>Scolecithrix danae</i>	37,5	4,10	38,2	1,78	1,8
<i>Subeucalanus pileatus</i>	45,8	12,88	74,2	1,9	5,5
<i>Temora stylifera</i>	8,3	0,20	4	0,8	0,09
<i>Temora turbinata</i>	70,8	114,05	825	0,5	48,96
<i>Temora</i> cop	8,3	1,97	39	8,24	0,84
<i>Undinula vulgaris</i>	4,2	0,01	0,4	0,35	0,006
Cyclopoida					
<i>Halicyclops</i> spp.	25	10,4	195	0,6	4,49
<i>Mesocyclops longicetus</i>	8,3	0,26	4,4	1,7	0,1
<i>Oithona plumifera</i>	8,3	0,53	7,4	5,45	0,2
Harpacticoida					
<i>Harpacticoida</i> sp.	4,2	0,01	0,8	0,17	0,003
<i>Macrosetella gracilis</i>	8,3	0,08	1,3	0,66	0,04
<i>Microsetella rosea</i>	4,2	0,13	3	3	0,05
Poecilostomatoida					
<i>Corycaeus</i> sp.	4,2	0,05	1,2	1,22	0,02
<i>Corycaeus giesbrechti</i>	8,3	0,08	1,4	0,66	0,04
<i>Corycaeus amazonicus</i>	12,5	0,35	4,4	0,3	0,15
<i>Corycaeus latus</i>	4,2	0,06	1,3	1,3	0,02
<i>Oncaea conifera</i>	4,2	0,05	1,2	1,22	0,02
<i>Oncaea mediterranea</i>	4,2	0,03	0,6	0,6	0,01
<i>Oncaea venusta</i>	12,5	0,17	2	0,6	0,07
<i>Sapphirina</i> sp.	4,2	0,06	1,47	1,47	0,03

Tabela IV

Verão	Outono	Inverno	Primavera
<i>Acartia lilljeborgi</i>	-	<i>Corycaeus amazonicus</i>	<i>Bathyporeiapus</i> sp.
<i>Oithona plumifera</i>			<i>Bosmina longirostris</i>
<i>Paracalanus aculeatus</i>			
<i>Penilia avirostris</i>			
Ovo de peixe			

4.10. Figuras

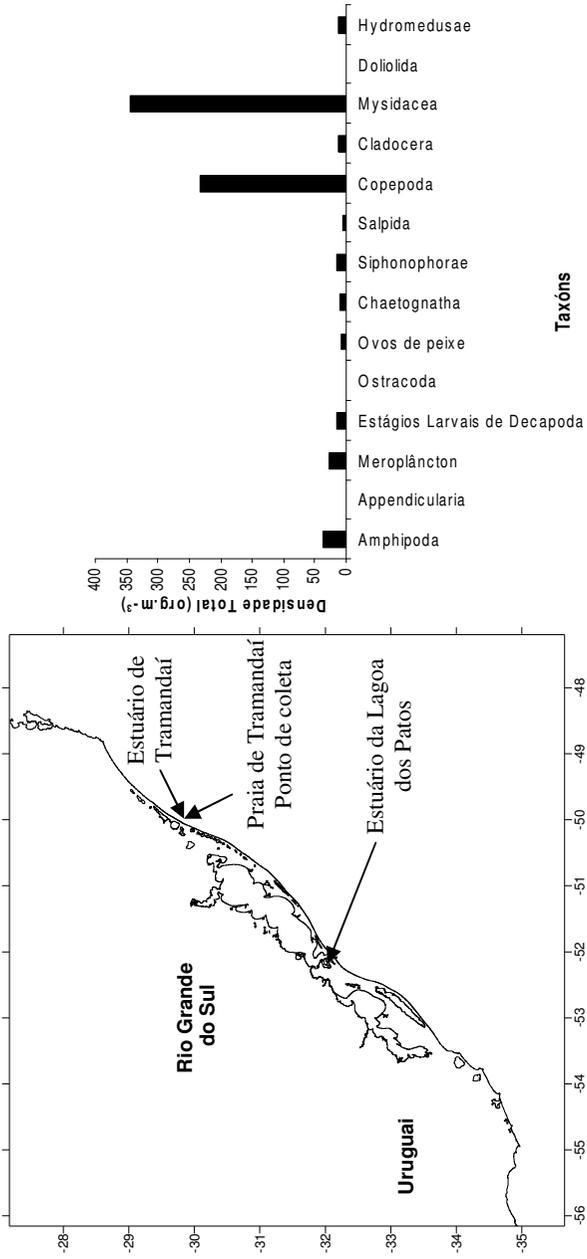


Figura 1

Figura 2

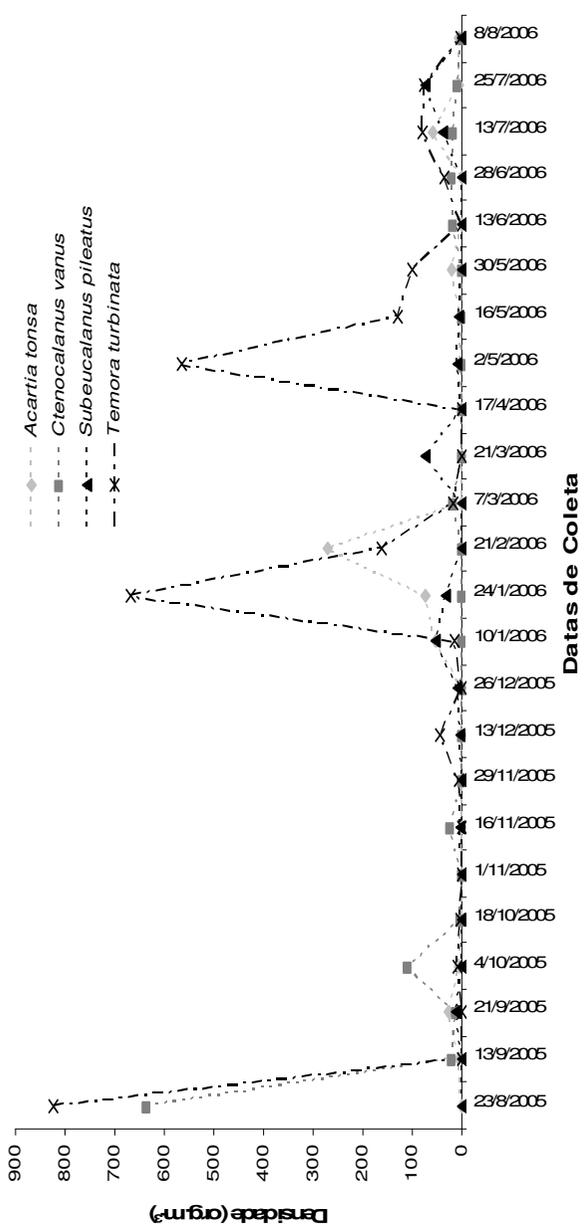


Figura 3

Datas de Coleta

Datas de Coleta

Figura 4

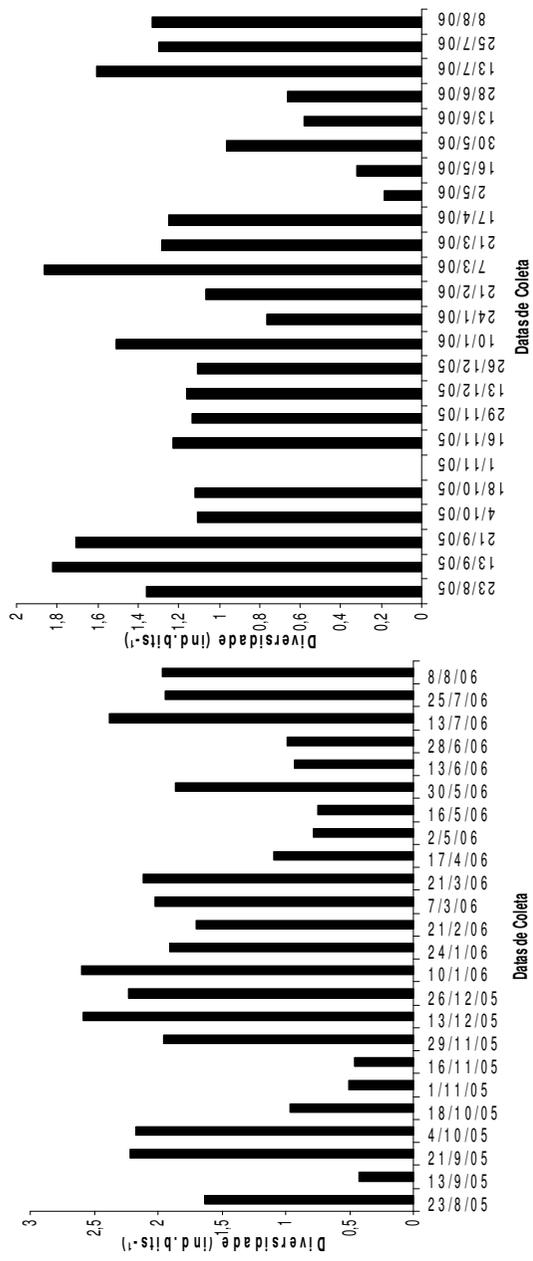


Figura 5

Figura 6

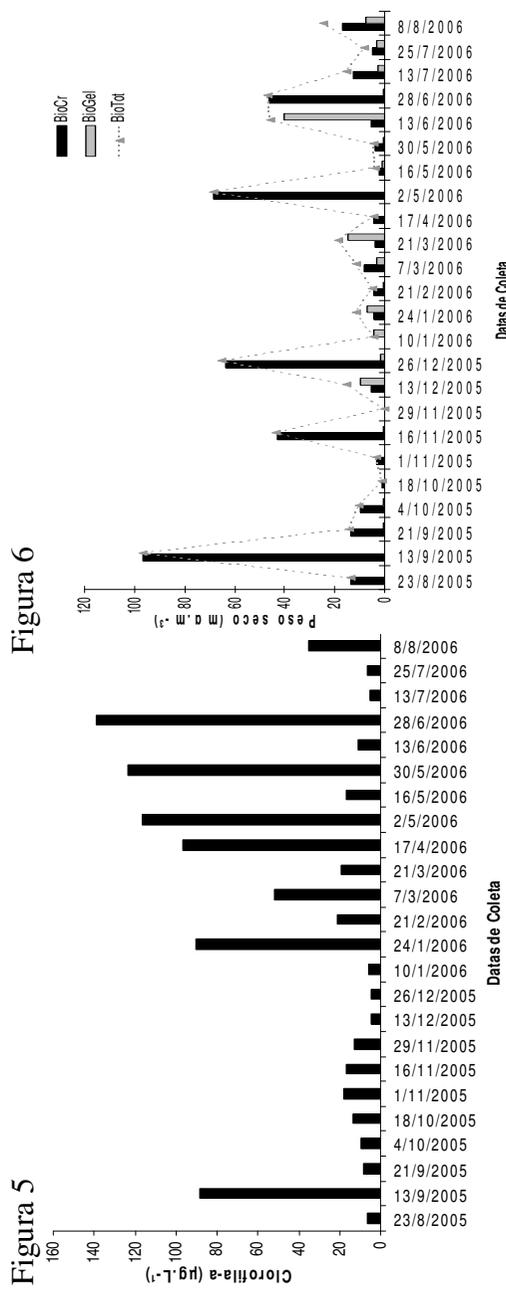


Figura 7

Figura 8

5. CAPÍTULO SEGUNDO

Redigido conforme as normas da revista Journal of Plancton Research (ANEXO II)

Título: “Taxas de produção de ovos e pelotas fecais do copépode *Ctenocalanus vanus* quando submetido a duas diferentes dietas.”

Autores:

Tatiana R. Avila*¹, Catarina da Silva Pedrozo¹ e José Guilherme F. Bersano²

1- Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

2 - Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Brasil.

* Av. Bento Gonçalves 9500, setor 4, prédio 43422 - Caixa postal 15007, 91540-000 Porto Alegre, RS, Brasil - Telefone: (51) 3316 7623 Fax: (51) 3316 7626

5.1. Resumo

Testes em laboratório foram realizados a fim de se conhecer o processo de desova das fêmeas de *Ctenocalanus vanus* e estimar sua produção de ovos, eclosão de náuplios e produção de pelotas fecais sob duas dietas diferentes (partículas do meio ambiente e 20.000 células da diatomácea cultivada *Thalassiosira weissflogii*) e em dois volumes de incubação (300 mL e 30 mL). Os experimentos duraram 24 h e os frascos foram incubados em uma câmara de DBO com temperatura de 15 °C constante e foto período 12 h claro: 12 h escuro. Os ovos produzidos foram acompanhados por 96 h sendo registrada a forma do ovo e o número de eclosões diárias. Não foram identificadas diferenças significativas entre a produção de ovos nas diferentes dietas, nem nos diferentes volumes, porém a largura da pelota fecal foi significativamente diferente ($p < 0,001$) entre o tratamento submetido à dieta composta da água do meio e do submetido à dieta de cultivo, assim como a taxa de eclosão do primeiro foi de 2 % e no segundo 67 % respectivamente. Fêmeas acondicionadas individualmente apresentaram média de 44 ovos.fêmea⁻¹ (máx. 46 e mín. 42) demonstrando que seus valores tem sido subestimados na literatura. Além disto, a descrição da desova apresentada neste trabalho vem a esclarecer parte dos motivos que tem levado alguns autores a citar a dificuldade de se estimar esta produção para a espécie.

Palavras – chave: *Ctenocalanus vanus*, produção de ovos, pelotas fecais, desova, eclosão, experimentos de laboratório.

5.2. Introdução

Considerada uma espécie de água oceânica (Boltovskoy, 1999), o copépode Calanoida *Ctenocalanus vanus* tem registro em grande parte dos oceanos ao redor do planeta com características ambientais específicas governando sua distribuição (Gervasi et al., 1988; Bradford-Grieve et al., 1996; Artüz, 2005; Berasategui et al., 2006). A espécie ocorre preferencialmente em regiões de águas frias com mínimo de 1,2 °C (Bernard & Froneman, 2003) e média de 14,6 °C (Berasategui et al., 2006) e profundidades que alcançam mais que 400 m, com grande parte da população permanecendo próximo ou abaixo dos 100 m (Cornils, 2005; Ramfos et al., 2006) e chegando à superfície em regiões onde existem misturas verticais das camadas superficiais com águas profundas (Fragopoulou et al., 2001; Cornils, 2005).

No hemisfério sul os principais estudos caracterizam a espécie como originária de águas Subtropicais e presentes em águas Subantárticas com altas densidades nas zonas de convergência da Corrente Circumpolar Antártica (Ward et al., 2002; Bernard & Froneman, 2003; Bernard & Froneman, 2005), onde tende a ser dominante na comunidade do mesozooplâncton junto aos copépodes *Oithona similis*, *Calanus simillimus* e *Clausocalanus* spp. (Ward et al., 2002; Bernard & Froneman, 2003; Bernard & Froneman, 2005). Na margem oeste do Oceano Atlântico Sul, *C.vanus* aparece sobre a plataforma continental argentina em zonas de convergência de massas de água e apesar de bem distribuído parece ser mais abundante em regiões de maior mistura e pouca estratificação (Sabatini & Martos 2002, Berasategui et al., 2006). Registros no Brasil foram feitos em camadas profundas sobre a plataforma e durante eventos de ressurgência em Cabo Frio-RJ onde a espécie foi encontrada junto com *Ctenocalanus citer* e *Calanoides carinatus*, também representantes de altas latitudes (Valentin 1980).

As espécies *C. vanus* e *C. citer* são morfologicamente semelhantes e coexistem em alguns locais, mas tendendo a dominar em diferentes regiões, com as mais altas densidade de *C. citer* ocorrendo em águas antárticas de latitudes mais altas (~ 65° S) e temperaturas mais frias (-1,3 °C a 2 °C) do que as áreas dominadas pelo *C. vanus* (Zmijewska et al., 2000; Mayzaud et al., 2002; Ward et al., 2002). Apesar de importantes nestes ecossistemas, poucos estudos foram feitos em relação às mesmas, sendo dada maior atenção aos copépodes de maior tamanho (Ward & Shreeve, 1995). Algumas taxas de ingestão e respiração são conhecidas para o gênero (Mayzaud et al., 2002; Bernard & Froneman, 2003; Bernard & Froneman, 2005), porém os autores não vêm tendo sucesso em estimar produção de ovos devido a características dos indivíduos que dificultam seu manuseio e incubação (Niehoff et al., 2002; Cornils, 2005).

A incubação de organismos em laboratório e o acompanhamento de sua produção de ovos e pelotas fecais têm sido amplamente utilizados no estudo de copépodes Calanoida e permite o

conhecimento de taxas em diferentes condições de temperatura, salinidade, luz e alimento disponível (Bollens & Frost, 1991; Richardson & Verheye, 1998; Halsband-Lenk et al., 2001; Pasternak et al., 2002). No entanto, a inconveniência de tratar o material vivo e as falhas metodológicas que tem impedido a obtenção de respostas através deste método tem levado alguns pesquisadores a utilizarem a análise do desenvolvimento das gônadas das fêmeas a fim de estimar sua maturidade e capacidade reprodutiva (Kosobokova, 1999; Niehoff et al., 2002; Niehoff, 2003). Esta análise permite estimar o número de oocistos em seus ovários e determinar a atividade da população em relação à reprodução. Outra vantagem do método é a possibilidade de se utilizar material fixado e recorrer a amostras antigas a fim de refinar dados atuais. Por outro lado, a importância das taxas de liberação de ovos não deve ser desprezada, pois consiste em um importante instrumento para o entendimento do processo de produção secundária nos oceanos. Devido a isto o presente estudo buscou gerar dados sobre *Ctenocalanus vanus* e informações sobre sua forma de desova que possibilitem o desenvolvimento de métodos mais eficientes para se estimar a produção de ovos da espécie, além de aumentar o conhecimento inicial das exigências da espécie em termos de alimentação, através de experimentos com duas diferentes dietas.

5.3. Material e Métodos

Os exemplares de *Ctenocalanus vanus* utilizados nos experimentos foram obtidos através de uma amostragem realizada na zona de arrebentação da Praia do Cassino, Rio Grande - RS (32°12'16" S; 52°10'32" O) em agosto de 2006. O arrasto foi realizado na zona de arrebentação interna numa profundidade em torno de 1 m, com uma rede de plâncton cilindro-cônica de 1.5 m de comprimento, malha de 300 µm e aro de 0,5 m. Valores de temperatura da água e do ar foram obtidos com um termômetro de mercúrio e os de salinidade através do uso de um refratômetro (Atago modelo S/Mill – E). Todos os organismos coletados foram acondicionados em um balde, diluídos em água do meio ambiente e imediatamente levados ao laboratório.

No laboratório, adultos de *C. vanus* foram transferidos para placas de Petri, separados com o uso de micropipetas de Pasteur sob um microscópio estereoscópico (Olympus BH-2) e utilizados em três delineamentos experimentais distintos, sendo para todos, utilizada para acondicionamentos dos frascos de incubação, uma câmara de DBO com temperatura constante de 15 °C e salinidade 32, seguindo os dados encontrados no momento da coleta e o foto-período de 12 horas claro e 12 horas escuro como padrão.

5.3.1. Experimento 1 : Observações Gerais

Para este estudo, foram utilizados 3 Beckers de 50 mL, com água do mar filtrada em malha de 20 µm e adicionados 20.000 células da diatomácea *Thalassiosira weissflogii*. Aproximadamente 300 copépodes foram acondicionados em cada Becker e mantidos por 2 h em uma câmara de incubação (DBO) com temperatura ajustada para 15 °C, de acordo com o valor registrado em campo, sendo após este período levados ao microscópio estereoscópico para observação de sua disposição na coluna d'água e seu padrão de natação. Terminados os registros, os recipientes permaneceram em uma sala à 18 °C, com a temperatura da água monitorada através de um termômetro de mercúrio, afim de se observar a reação dos organismos com o aumento de 3 °C. Duas horas após a primeira observação, quando a temperatura da água atingiu os 18 °C, os organismos foram novamente observados, os dados foram anotados e os frascos colocados novamente na DBO á 15 °C. Duas horas mais tarde foi feita a última observação e a disposição dos copépodes na coluna d'água e padrão natatório comparado visual e quantitativamente para cada uma delas.

5.3.2. Experimento 2 : Produção de ovos e pelotas fecais com dieta constituída por água do meio ambiente contendo assembléias naturais de fitoplâncton e zooplâncton

O primeiro experimento de produção de ovos foi realizado em tréplica utilizando-se a metodologia de incubação dos organismos comumente utilizada por alguns autores em estudos com copépodes Calanoida (Runge & Roff, 2000). Três recipientes de vidro de 300 mL foram utilizados como controle e 3 como tratamento. Ambos foram preenchidos com a água do mar presente no ambiente, contendo assembléias naturais de fitoplâncton e zooplâncton e filtrada em rede de malha 100 µm para retirar possíveis predadores. O controle consistiu de frascos sem adição de adultos e no tratamento foram acrescentados 5 fêmeas e 2 machos de *C. vanus*.

Durante o período de incubação, os frascos foram rotacionados três vezes a cada 4 h para que as partículas alimentares não sedimentassem. Após 24 h o material de cada vidro do tratamento foi colocado em uma peneira de malha 20 µm e os adultos separados para confirmar sua sobrevivência e seus ovos, náuplios e pelotas fecais, foram concentrados, fixados e contados posteriormente. O material do controle também foi fixado e contado para subtrair dos resultados do tratamento os possíveis ovos, náuplios e pelotas fecais que tenham sido incubados com a água do ambiente. Algumas fêmeas após o período de incubação ficaram isoladas em placas de acrílico de 30 mL sob observação durante 6 horas e ao desovarem foram retiradas das placas e seus ovos contados, classificados de acordo com as formas observadas e alguns foram separados e observados durante 96 h após a postura.

5.3.3. Experimento 3 : Comparação da produção de ovos para dois métodos de incubação

Dois métodos foram utilizados na tentativa de estimar a produção de ovos em *C. vanus*, sendo um realizado com três frascos de vidro com volume de 300 mL e outro com três placas de Petri com volume de 30 mL. Para ambos foram utilizados o mesmo número de indivíduos, com 4 fêmeas e 1 macho incubados em cada uma das repetições e a dieta empregada constituída de 20.000 células da diatomácea *Thalassiosira weissflogii* (~ 12 µm).

Ambos os tratamentos ficaram incubados por 24 h e foram rotacionados com intervalo de 4 h para que as células de *T. weissflogii* permanecessem na coluna d'água. Após o período de incubação os adultos foram separados e seus ovos e pelotas fecais contados para cada um dos tratamentos. As pelotas fecais foram fixadas enquanto os ovos foram acondicionados em placas de acrílico com água do mar filtrada em 1µm e acompanhados com revisões diárias, durante 96 h a

partir do momento da desova. O desenvolvimento de um náuplio dentro do ovo até sua eclosão foi observado e registrado através de imagens e tempo de cada evento.

5.3.4. *Comparação experimento 2 e 3*

Análise de diferença de médias (Teste – t) foi utilizada para a comparação entre a produção de ovos e pelotas fecais do tratamento do experimento 2 e os dados fornecidos pela incubação em 300 mL do experimento 3, a fim de avaliar a influência da dieta nas variáveis estudadas.

Ao final dos experimentos, foram capturadas imagens dos adultos utilizados, assim como das pelotas fecais, ovos e náuplios produzidos e obtidas medidas de comprimento e largura do prossoma dos primeiros, comprimento, largura maior e largura menor da pelota fecal, diâmetro do ovo e comprimento do prossoma do náuplio. O Programa Image Pro Plus 4.1 foi utilizado nesta fase do trabalho, com o auxílio de uma filmadora (Sony CCD- IRIS) conectada a um microscópio estereoscópico (Olympus U – CMAD3) e um microscópio óptico (Olympus BH-2).

As análises de diferença entre médias (Teste – t) de produção de ovos e pelotas nos diferentes experimentos foram realizadas no pacote estatístico R.

5.4. Resultados

5.4.1. Experimento 1: Observações Gerais

Através das observações realizadas sob microscópio óptico e das imagens capturadas durante o experimento, informações foram registradas sobre as características dos indivíduos de *Ctenocalanus vanus* quando em recipientes com pouco volume. Foi observado que aproximadamente 50 % dos indivíduos presentes nas unidades experimentais, permaneceram próximos à superfície, possivelmente presos pela tensão superficial da água. Através das observações do padrão natatório de *C. vanus*, notou-se que o mesmo é aparentemente menos ativo do que outras espécies dominantes na região, como *Acartia tonsa* e *Temora turbinata*. Foi observado para todos os indivíduos avaliados, que ao ficarem expostos por algumas horas em temperaturas em torno de 18 °C houve redução na atividade natatória, porém após serem transferidos para uma câmara de incubação ajustada para 15 °C, todos recuperam a atividade normal em poucos minutos.

5.4.2. Desova

Algumas fêmeas utilizadas nos experimentos 2 e 3 desovaram rapidamente ao serem transferidas e observadas sob o microscópio estereoscópico o que possibilitou o acompanhamento deste processo e o registro do mesmo através das imagens capturadas. Os primeiros movimentos percebidos nas fêmeas, que indicaram o início da desova, foram movimentos musculares internos, com o divertículo sofrendo contrações, seguidas da liberação de uma massa gelatinosa através dos poros do somito genital. Ficou registrado que o processo ocorre algumas vezes em seqüência e a massa, ao passar pelo poro, adquiriu a forma de cilindros relativamente longos (Figura 1A). Os cilindros que inicialmente parecem uma massa homogênea começam a se dividir em partes menores (Figura 1B). Cada um dos “bolos” formados apresenta então uma diferenciação celular. Seu volume diminui e sua aparência disforme passa a adquirir o formato ovóide e aos poucos atinge a forma esférica (Figura 1: C, D,E,F).

O tempo decorrido em cada fase da formação dos ovos apresentou considerável diferença para cada uma das 4 fêmeas observadas. Enquanto em nossa primeira observação os ovos levaram 55 minutos para atingirem a forma esférica, a segunda estava completa em 10 minutos (Tabela 1). Para outras duas fêmeas, seus ovos levaram menos de 30 minutos para completarem o desenvolvimento até a forma esférica.

5.4.3. Formato dos ovos

Após atingirem a forma esférica os ovos de cada fêmea se diferenciaram em três formatos e foram classificados em:

Ovo com membrana: Caracterizado por uma membrana transparente envolvendo o material ovular dentro da qual se desenvolve o náuplio (Figura 2A). A parte interior possui o diâmetro médio de $96 \pm 7 \mu\text{m}$ e o diâmetro da membrana é de $208 \pm 15 \mu\text{m}$ e parece se formar pela hidratação do material que forma o ovo, estando completa entorno destes a partir de poucos minutos até algumas horas após os mesmos terem adquirido a forma esférica. Os ovos com membranas foram os únicos viáveis dentro do período em que foi desenvolvido o estudo.

Ovo claro: São ovos com coloração cinza claro, mas sem a membrana transparente e seu diâmetro é $90 \pm 5 \mu\text{m}$ (Figura 2B). Alguns destes ovos desenvolveram a membrana ao longo do período de observação, embora parte delas não tenha atingido o diâmetro total e apenas uma lâmina em torno do ovo pôde ser notada (Figura 2C). Não ficou claro se esta forma seria uma fase intermediária à formação dos ovos com membrana totalmente desenvolvida ou se os que iniciaram a formação da mesma e os que não apresentaram nenhum indício desta pertencem a grupos diferentes com a possibilidade de serem classificados separadamente.

Ovo escuro: Não possui a membrana transparente e o material dentro do ovo possui coloração cinza escuro, marrom ou preto. Seu diâmetro médio é $101 \mu\text{m}$ (Figura 2D) e ao final do experimento, alguns destes ovos pareciam estar se desmanchando.

As médias de comprimento e largura do prossoma dos adultos utilizados nos experimentos 1, 2 e 3 foram de $650 \mu\text{m}$ (máx. = $900 \mu\text{m}$; mín. = $590 \mu\text{m}$) e $274 \mu\text{m}$ (máx. = $410 \mu\text{m}$; mín. = $248 \mu\text{m}$) para fêmeas e $643 \mu\text{m}$ (máx. = $693 \mu\text{m}$; mín. = $592 \mu\text{m}$) e $269 \mu\text{m}$ (máx. = $284 \mu\text{m}$; mín. = $254 \mu\text{m}$) para machos, respectivamente.

5.4.4. Experimento 2 : Produção de ovos e pelotas fecais com dieta constituída por água do meio ambiente contendo assembléias naturais de fitoplâncton e zooplâncton

5.4.4.1. Produção de ovos, náuplios e pelotas fecais

Os indivíduos do tratamento produziram no total uma média de 286 pelotas fecais.dia⁻¹ por frasco de incubação, correspondendo a média e desvio padrão de $36,26 \pm 4,7$ pelotas fecais.copépede.dia⁻¹ enquanto o controle apresentou média de 45 e desvio padrão de 7 pelotas fecais. A variável pelota fecal foi a única que apresentou diferença estatística na variância de médias entre tratamento e controle, com “p” < 0,001. As médias e desvios de náuplio e ovos em 24 h foram $10 \pm 1,52$ e 1 ± 1 para o tratamento e $16 \pm 3,78$ e $2 \pm 0,6$ para o controle.

A média do comprimento das pelotas produzidas em 24 h pelos adultos de *C. vanus* submetidos à dieta presente na zona de arrebentação da Praia do Cassino no momento da coleta foi

de $242,8 \pm 47,76 \mu\text{m}$ com máximo de $338,85 \mu\text{m}$ e mínimo de $133,65 \mu\text{m}$. Apresentando a pelota uma extremidade mais larga que a outra, a média da largura maior foi $39 \pm 3,91 \mu\text{m}$ e da largura menor $31,9 \pm 4,5 \mu\text{m}$.

5.4.4.2. Desenvolvimento dos ovos

As 4 fêmeas que foram separadas em placas individualmente após o período de incubação apresentaram produção média de 44 ovos.fêmea⁻¹ em 24 h com máximo de 46 e mínimo de 42 ovos.fêmea⁻¹. Dos 94 ovos acompanhados por 96 h, a maioria permaneceu com a forma clara sem membrana, alguns modificaram sua forma no decorrer do período e apenas 2 eclodiram (Figura 3).

5.4.5. Experimento 3 : Comparação da produção de ovos e pelotas fecais para dois métodos de incubação

5.4.5.1. Produção de ovos, náuplios e pelotas fecais

Na comparação de produção dos dois métodos de incubação não houve diferença estatística significativa entre as médias de produção de ovos e pelotas fecais e em nenhum dos dois foi identificada a presença de náuplios. A média de produção de ovos.copépode⁻¹ em 24 h, incubados em 300 mL foi de $1,13 \pm 1,96$ enquanto dos incubados em 30 mL foi de $2,26 \pm 1,96$ e a produção de pelotas.copépode⁻¹ foi de $30 \pm 10,20$ e $31 \pm 5,5$ respectivamente. A Tabela 2 mostra as medidas de comprimento, largura maior e menor das pelotas fecais nos dois tratamentos. Não houve diferença significativa entre as medidas de ambos.

5.4.5.2. Desenvolvimento dos ovos

Ao final de 96 horas de acompanhamento, do total de 51 ovos pertencentes às fêmeas alimentadas com *Thalassiosira weissflogii*, 34 eclodiram e dois náuplios realizaram mudas atingindo o estágio de náuplios II. Os ovos claros que representavam 98 % em 0 h diminuíram para 33 % em 72 h, pois foram adquirindo cápsula ou tornando-se escuros. Com isto, a categoria de ovos escuros que no início da observação correspondia a apenas 1 ovo, passou à 16 em 96 h, já que além de um único ovo com cápsula não eclodido neste período, os demais que não eclodiram se tornaram escuros (Figura 4).

5.4.5.3. Desenvolvimento do náuplio dentro da membrana

Todos os ovos que eclodiram durante o período de estudo apresentavam a membrana transparente. Ao atingir o formato de náuplio, o indivíduo dentro da primeira membrana interna, que inicialmente delimitava a massa cinzenta, se apresentava na forma do ovo, com seus apêndices

voltados para a o abdômen e o prossoma correspondendo à parte externa. A partir de 18 horas após a desova os náuplios começaram os primeiros processos de eclosão, iniciando por estender seus apêndices pelas antênulas seguidas pelas antenas e mandíbula, enquanto seu prossoma começa também a se estender. Neste momento foi possível observar os primeiros movimentos natatórios utilizando os apêndices ainda dentro da membrana envoltória. Cerdas na ponta dos apêndices romperam a membrana e o indivíduo completa a eclosão. Todo o processo leva em torno de 10 minutos e cada fase pode ser acompanhada separadamente (Tabela 3, Figura 5).

5.4.6. Comparação 2 e 3

Entre as variáveis, produção de ovos e pelotas fecais e comprimento total e largura da pelota fecal, somente a largura da pelota fecal foi significativamente diferente ($p < 0,001$) entre o tratamento submetido à dieta composta da água do meio e do submetido à dieta de 20.000 células de *Thalassiosira weissflogii*. Dos ovos acompanhados por 96 h, foram observadas apenas duas eclosões entre 94 no primeiro e 34 eclosões em 51 no segundo experimento.

5.5. Discussão

5.5.1. Observações Gerais

Os resultados deste estudo são de grande importância para o esclarecimento de alguns aspectos da reprodução de *Ctenocalanus vanus* e demonstra que os poucos trabalhos feitos para o gênero *Ctenocalanus* (Niehoff et al., 2002; Cornils, 2005) podem estar com suas estimativas de produção de ovos subestimadas.

Observações dos organismos vivos demonstraram que além da semelhança morfológica entre *C. vanus* e *Ctenocalanus citer* há também semelhanças comportamentais. Assim como descrito por Niehoff et al. (2002) para *C. citer*, a espécie aqui estudada apresentou a tendência em permanecer na tensão superficial da água, apresentando dificuldades para submergir e se deslocar pela coluna d'água. Esta característica leva à sugestão de que a incubação destes organismos seja organizada de forma a não permitir a ocorrência de bolhas de ar onde os mesmos possam ficar aderidos, sendo recomendado o preenchimento total do frasco a ser utilizado.

5.5.2. Desova

O processo de desova nas fêmeas, assim como as etapas de desenvolvimento sofridas pela massa gelatinosa até atingir o formato final de ovo também exigem cuidados na incubação, devendo se observar para que o volume de água de condicionamento das fêmeas seja suficiente para que as mesmas não entrem em contato com o material expelido antes de este dar origem aos ovos. Este fato poderia fazer com que o material fosse danificado e a produção subestimada e pode ser esta a causa da ausência de ovos na incubação feita nos estudos realizados com copépodes do Mar Vermelho (Cornils, 2005), já que eram observados oocistos nas gônadas, mas não os ovos livres.

O estímulo à desova nas fêmeas, quando colocadas sob microscópio estereoscópico, pode estar relacionado ao estresse causado pela intensa luminosidade, ao aumento da temperatura ou, em última análise, por ter sido possível observar o processo no momento em que elas estavam prontas para liberar os ovos.

Apesar da espécie ser encontrada em temperaturas variando entre 1,2 °C (Bernard & Froneman, 2003) e 27 °C (Cornils, 2005), foi possível identificar durante o manuseio dos indivíduos, que sua atividade de natação diminuiu consideravelmente com o aumento de apenas dois ou três graus centígrados, quando passaram de 15 °C para 18 °C. Da mesma forma, Cornils (2005) apesar de ter trabalhado em áreas de temperaturas mais elevadas (20 °C – 27 °C), observou a preferência da espécie por águas mais frias, ao encontrar correlação negativa entre a temperatura da água e a densidade de organismos, número de oocistos nas gônadas das fêmeas e comprimento do prossoma de *C. vanus*.

As medidas dos indivíduos utilizados nestes experimentos registraram valor máximo de 900 μm , sendo inferior ao comprimento observado para espécimes do Atlântico Sul, no qual os adultos ficam entre 920 μm e 1260 μm (Boltovskoy, 1999). No entanto, estudos no Mar Vermelho registraram comprimento do prossoma igual a 808 μm (Cornils, 2005). Quando comparado aos copépodes mais estudados de altas latitudes (*Calanoides acutus* – 4,50 mm, *Calanus simillimus* – 3,00 mm, *Metridia* spp. – 3,35 mm e *Rhincalanus gigas* – 8 mm) (Zmijewska et al, 2000; Mayzaud et al., 2002; Niehoff et al., 2002; Ward et al. 2002), *C. vanus* pode ser considerado uma espécie pequena, porém dominante na região da convergência Polar Antártica, Convergência Sub-Antártica e na Convergência Meridional da Corrente Circumpolar Antártica (Ward et al. 2002; Bernard & Froneman, 2003; Bernard & Froneman, 2005;), onde foram realizados os principais estudos sobre a espécie e onde junto com *Oithona similis* a mesma compõem mais de 85 % dos copépodes do mesozooplâncton.

5.5.3. Características dos ovos

Da mesma forma como os ovos encontrados para *C. vanus*, o copépode de altas latitudes, *Calanus simillimus* possui ovos com o citoplasma denso interno envolvido por uma membrana de diâmetro maior, porém enquanto o diâmetro interno nos ovos de *C. vanus* é de $96 \pm 7 \mu\text{m}$ e o diâmetro da membrana de $208 \pm 15 \mu\text{m}$, os de *C. simillimus* apresentam medidas iguais a 150 μm e 225 μm respectivamente (Ward & Shreeve, 1995). No entanto a desova não foi observada e o desenvolvimento do ovo não é conhecido para esta espécie.

Neste trabalho, apesar de termos classificado três tipos de ovos (ovo com membrana, ovo claro e ovo escuro), todos partiram de uma mesma forma esférica de coloração clara inicial. Porém alguns se modificaram e adquiriram a membrana e outros escureceram. Estas observações nos levam a acreditar que os ovos claros e escuros correspondem aos que não completaram seu desenvolvimento e que nem todo o material liberado pelas fêmeas, chegará ao desenvolvimento final. Corroborando a constatação de que as formas sem membrana são fases incompletas, somente ovos com a membrana deram origem a náuplios, porém alguns com esta estrutura também não eclodiram, indicando que tanto exemplares de forma completa, como muitos dos ovos claros que adquiriram tardiamente a membrana ou tornaram-se escuros com o passar dos dias podem não ter sido fecundados.

5.5.4. Produção de ovos e náuplios

As fêmeas alimentadas com assembléias naturais de fitoplâncton e zooplâncton presentes na água não apresentaram produção de ovos no período de 24 h, porém quando as fêmeas foram isoladas e colocadas sob microscópio a média da produção foi de 44 ovos.fêmea⁻¹. Quando

oferecida a alga *Thalassiosira weissflogii* nos dois métodos de incubação houve produção, porém a média de $1,13 \pm 1,96$ ovos.fêmea.dia⁻¹ em 300 mL e de $2,26 \pm 1,96$ ovos.fêmea.dia⁻¹ em 30 mL foi muito inferior à observada nas fêmeas isoladas, por isto inferimos que estes resultados são subestimados, que os ovos pertencem a apenas uma fêmea das 4 incubadas e que o número de ovos das desovas acompanhadas sob o microscópio retratam com maior fidelidade a produção de ovos das fêmeas de *C. vanus*.

Esta dificuldade de se estimar a produção de ovos em espécies do gênero (Niehoff, 2003; Cornils, 2005) tem levado pesquisadores ao estudo do desenvolvimento das gônadas que permite estimar a fase e o potencial reprodutivo de uma população. Para isto, os estágios de desenvolvimento dos oocistos são diferenciados e o seu número determinado, correspondendo ao número de ovos a serem liberados (Kosobokova, 1999; Niehoff et al., 2002; Niehoff, 2003). Nossas observações, porém demonstraram que como nem todos os ovos liberados pelas fêmeas alcançam a forma final, nem todos os oocistos nas gônadas representariam futuros ovos, não permitindo ao método estimar a viabilidade dos ovos.

Mesmo assim alguns dados podem ser conhecidos através deste estudo e comparações entre os desenvolvimentos de gônadas de *Pseudocalanus* spp. (Niehoff, 2003) *C. citer* (Niehoff et al., 2002) e *C. vanus* (Cornils, 2005) mostraram semelhanças entre as mesmas. Para *C. vanus* o número de oocistos encontrados variou de acordo com a sazonalidade e a temperatura da água, com valores entre 8 e 15 no inverno e primavera de águas mais frias (20°C) e apenas 4 no verão e outono de águas mais quentes (27°C). De acordo com a produção de ovos encontrada em nossos experimentos, os valores representam mais do que duas vezes o número de oocistos encontrados nas fêmeas do Mar Vermelho, podendo a correlação negativa encontrada por Cornils (2005) entre número destes e a variável temperatura, explicar esta diferença, já que neste trabalho foi utilizada a temperatura de 15°C enquanto a mínima no outro foi de 20°C.

Mantidos a 15°C, os ovos fecundados eclodiram entre 18 h e 24 h após a desova fazendo a primeira muda ~ 72 h após a eclosão. O acompanhamento da eclosão do náuplio nos permitiu observar que seu primeiro estágio possui boca, com tubo digestivo e anus e a falta de alimento pode ter retardado a primeira muda dos organismos (Torre & Escribano, 2003).

5.5.5. Produção de pelotas fecais

Os valores de produção de pelotas fecais e comprimento não foram significativamente diferentes entre as dietas oferecidas, nem quanto aos diferentes métodos de incubação, somente a largura variou entre as dietas com as maiores pertencendo às pelotas dos copépodes alimentados com alga da monocultura. Isto se deve principalmente ao tamanho das células que compunham o alimento, já que a água do meio possuía diferentes partículas, enquanto a cultura em laboratório foi

constituída de células de tamanho homogêneo. Os dados aqui gerados de produção de pelotas fecais, se utilizados junto a taxas de ingestão (I) feitas para a espécie (Bernard & Froneman, 2003; Bernard & Froneman, 2005; Cornils, 2005) podem contribuir para o desenvolvimento de diferentes fórmulas ecológicas. Um exemplo é a eficiência de assimilação (EA), dificilmente obtida e que através da equação $I = E/(1-EA)$, de acordo com Bamstedt et al. (2000) pode ser conhecida com os valores quantitativos de pelotas fecais correspondendo à “E” e representando o alimento não assimilado pelo organismo.

As taxas medidas neste trabalho e os aspectos disposição dos copépodes nos recipientes em laboratório, padrão de natação e característica de desova são de grande importância para futuros estudos sobre a espécie, assim como para o conhecimento dos processos nos quais a mesma está envolvida. No entanto, testes ainda podem ser realizados com o intuito de encontrar uma eficiente metodologia de obtenção do número de ovos produzidos pelas fêmeas de *C. vanus*.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer aos amigos do Laboratório de Zooplâncton da Fundação Universidade Federal do Rio Grande pela ajuda no desenvolvimento dos experimentos. A primeira autora agradece também ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico pela concessão da bolsa de estudos vigente no período de março de 2005 à fevereiro de 2007.

Referências Bibliográficas

- Artüz, M. L. (2005) Available planktonic organisms as food for the fishes in the Bosphorus area. *Oceanata*, **1024/3**, 1-6.
- Bamstedt, U., Gifford, D.J., Irigoien, X., Atkinson, A., Roman, M. (2000) Chapter 8 In: Harris R.P., Wiebe P.H., Lenz J., Skjoldal H.R., Huntley M. (eds). *ICES Zooplankton Methodology Manual*. Academic Press, San Diego, pp 1 - 684.
- Berasategui, A.D., Marque, S. M., Gómez-Erache, M., Ramírez, F.C., Mianzan, H.W., Acha, E.M. (2006) Copepod assemblages in a highly complex hydrographic region. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **66**, 483 – 492.
- Bernard, K. S. e Froneman, P. W. (2003) Mesozooplankton community structure and grazing impact in Polar Frontal Zone of the south Indian Ocean during austral autumn 2002. *Ocean. Polar Biology*, **26**, 268–275.
- Bernard, K. S. e Froneman, P. W. (2005) Trophodynamics of selected mesozooplankton in the west-Indian sector of the Polar Frontal Zone, Southern Ocean. *Polar Biology*, **28**, 594–606.
- Bollens, S.M. e Frost B.W. (1991) Oviparity, selective predation, and variable diel vertical migration in *Euchaeta elongata* (Copepoda: Calanoida). *Oecologia*, **87**, 155-161.
- Boltovskoy, D (ed.) (1999) *South Atlantic Zooplankton*. Backuys Publishers, Leiden. Vol. 2, pp. 869 – 1706.
- Bradford-Grieve, J. M., Murdoch, R.C., James, M.R., Oliver, M., Hall, J. (1996) Vertical distribution of zooplankton > 39 µm in relation to the physical environment off the west coast of South Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, **30**, 285 - 300.
- Cornils, A. (2005) Seasonal Dynamics of the Copepod Population in an Oligotrophic Environment - the Northern Gulf of Aqaba (Red Sea). Tese de Doutorado. **Universidade de Bremen**, Bremen. 162p.
- Fragopoulou, N., Siokou-Frangou, I, Christou E.D. (2001) Patterns of vertical distribution of Pseudocalanidae and Paracalanidae (Copepoda) in pelagic waters (0 to 300 m) of the eastern Mediterranean Sea. *Crustaceana*, **74**, 49—68.
- Gervasi E., Jeuniaux C., Dauby P. (1988) Production De Chitine Par Les Crustacés Du Zooplancton De La Baie De Calvi (Corse). *Actes de Colloques, FREMER*, **8**, 33 – 38.
- Halsband-Lenk, C., Nival, S., Carlotti, F. e Hirche, H.J. (2001) Seasonal cycles of egg production of two planktonic copepods, *Centropages typicus* and *Temora stylifera*, in the north – western Mediterranean Sea. *Journal of Plankton Research*, **23**, 6, 597 – 609.
- Kosobokova, K.N. (1999) The reproductive cycle and life history of the Arctic copepod *Calanus glacialis* in the White Sea. *Polar Biology*, **22**, 254–263.
- Mayzauda, P., Razoulsb, S., Errhifa, A., Tirellia, V., Labata J.P. (2002) Feeding, respiration and egg production rates of copepods during austral spring in the Indian sector of the Antarctic

- Ocean: role of the zooplankton community in carbon transformation. *Deep-Sea Research I*, **49**, 1027–1048.
- Niehoff, B., Schnack-Schiel, S., Cornils, A., Brichta, M. (2002) Reproductive activity of two dominant Antarctic copepod species, *Metridia gerlachei* and *Ctenocalanus citer*, in late autumn in the eastern Bellingshausen Sea. *Polar Biology* **25**, 583–590.
- Niehoff, B. (2003) Gonad morphology and oocyte development in *Pseudocalanus* spp. in relation to spawning activity. *Marine Biology*, **143**, 759–768.
- Pasternak, A., Riserb, C. W., Arashkevicha, E., Rat'kovaa T., Wassmann P. (2002) *Calanus* spp. grazing affects egg production and vertical carbon flux (the marginal ice zone and open Barents Sea). *Journal of Marine Systems*, **38**, 147–164.
- Ramfos A., Isari S., Somarakis S., Georgopoulos D., Koutsikopoulos C., Fragopoulou N. (2006) Mesozooplankton community structure in offshore and coastal waters of the Ionian Sea (eastern Mediterranean) during mixed and stratified conditions. *Marine Biology*, **150**, 29–44.
- Richardson, A. and Verheye, H.M. (1998) The relative importance of food and temperature to copepod egg production and somatic growth in the southern Benguela upwelling system. *Journal of Plankton Research*, **20**, 12, 2379 – 2399.
- Runge, J.A. and Roff, J.C. (2000) Chapter 9 In: Harris R.P., Wiebe P.H., Lenz J., Skjoldal H.R., Huntley M. (eds). *ICES Zooplankton Methodology Manual*. Academic Press, San Diego, pp 1 – 684.
- Sabatini M. and Martos P. (2002) Mesozooplankton features in a frontal area off northern Patagônia (Argentina) during spring 1995 and 1998. *Scientia Marina*, **66**, 3, 215 – 232.
- The R Foundation for Statistical Computing - **R** : Copyright 2006, **Version 2.3.0**.
- Torres, C.G. and Escribano, R. (2003) Growth and development of *Calanus chilensis* náuplio reared under laboratory conditions: testing the effects of temperature and food resources. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **294**, 81 – 99.
- Żmijewska, M. I., Bielecka, L., Grabowska, A. (2000) Seasonal and diel changes in the vertical distribution in relation to the age structure of *Microcalanus pygmaeus* Sars and *Ctenocalanus citer* Bowman & Heron, (Pseudocalanidae, Copepoda) from Croker Passage (Antarctic Peninsula) *Oceanologia*, **42**, 1, 89 – 103.
- Valentin, J. (1980) L'écosystème d'upwelling à Cabo Frio (Brésil). Analyse em composantes principales du plâncton à une station fixe. *Oceanologia ACTA* **3**, 1, 43-50.
- Ward, P., Whitehousea, M., Mereditha, M., Murphya, E., Shreeve, R., Korba, R., Watkinsa, J., Thorpea, S., Woodd-Walkera, R., Brierleyb, A., Cunninghama, N., Granta, S., Bonea, D. (2002) The Southern Antarctic Circumpolar Current Front: physical and biological coupling at South Georgia. *Deep-Sea Research I*, **49**, 2183–2202.
- Ward, P. and Shreeve, R.S. (1995) Egg production in three species of Antarctic Calanoid Copepods during an austral summer. *Deep – Sea Reseach I*, **42**, 5, 721 – 735.

5.6. Legenda de Figuras e Tabelas

Tabela 1: Tempo decorrido (min.) que a massa de ovos liberada por cada fêmea levou em cada uma das fases de desenvolvimento até alcançar a forma esférica.

Tabela 2: Medidas (μm) de comprimento, largura maior e largura menor das pelotas fecais produzidas pelos copépodes incubados em placas de 30 mL e em frascos de 300 mL.

Tabela 3: Índice de figuras e tempo (min.) de cada fase do processo de eclosão do náuplio, com diâmetro da membrana (μm), comprimento do corpo (CC) e comprimento do corpo mais os apêndices (CA) em cada figura.

Figura 1: Desova da fêmea de *Ctenocalanus vanus* e etapas de formação do ovo. A) Fêmea liberando os cilindros de massa gelatinosa; B) Início da divisão em bolos individuais; C) Início da forma ovóide; D) Ovo na forma ovóide; E) Diminuição do volume e aproximação da forma esférica; F) Ovo atinge a forma esférica.

Figura 2: Formatos dos ovos de *Ctenocalanus vanus*. A) Ovo com membrana; B) Ovo com membrana incompleta; C) Ovo Claro; D) Ovo Escuro.

Figura 3: Fases da eclosão de um náuplio de *Ctenocalanus vanus*.

Figura 4: Ovos produzidos por fêmeas alimentadas com assembléias naturais de fitoplâncton e zooplâncton presentes na zona de arrebentação. Número de ovos em cada forma identificada e náuplios eclodidos nas observações de 0, 24, 48 e 96 horas após a desova.

Figura 5: Ovos produzidos por fêmeas alimentadas durante 24 h com a diatomácea *Thalassiosira weissflogii*. Número de ovos em cada forma identificada e náuplios eclodidos nas observações de 0, 17, 18, 72 e 96 horas após a desova.

5.7. Tabelas

Tabela 1

	Tempo de cada fase (min.)	
	Fêmea 1	Fêmea 2
Fase 1 - Desova (fig.1A)	10	3
Fase 2 - Divisão (fig.1B)	10	1
Fase 3 - Alcançar forma ovóide (fig.1D)	30	1
Fase 4 - Alcançar forma esférica (fig.1F)	5	5
Total – Desova até ovo esférico	55	10

Tabela 2

	Pelota Fecal (μm)	N	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Placa	Comprimento	30	248,3	153,0	330,4	46,7
	Largura Maior	30	38,0	28,2	49,3	5,6
	Largura Menor	30	32,4	22,9	49,3	5,6
Vidro	Comprimento	30	234,6	142,9	275,5	32,9
	Largura Maior	30	36,0	24,5	44,5	5,0
	Largura Menor	30	30,2	18,7	42,6	5,8

Tabela 3

Figura 3	Tempo (min)	Diâmetro Membrana (μm)	C	CA
A	0,5	217,54	89,51	124,24
B	0,5	217,31	88,21	128,59
C	1	218,98	88,19	127,46
D	1	216,51	89,75	132,37
E	2	219,33	117,48	157,44
F	3	214,82	114,15	161,43
G	3	217,91	109,69	154,42
H	3	219,99	127,02	171,56
I	4	221,93	117,98	165,81
J	9	sem cápsula	117,89	169,74
L	10	sem cápsula	128,35	169,33

5.8. Figuras

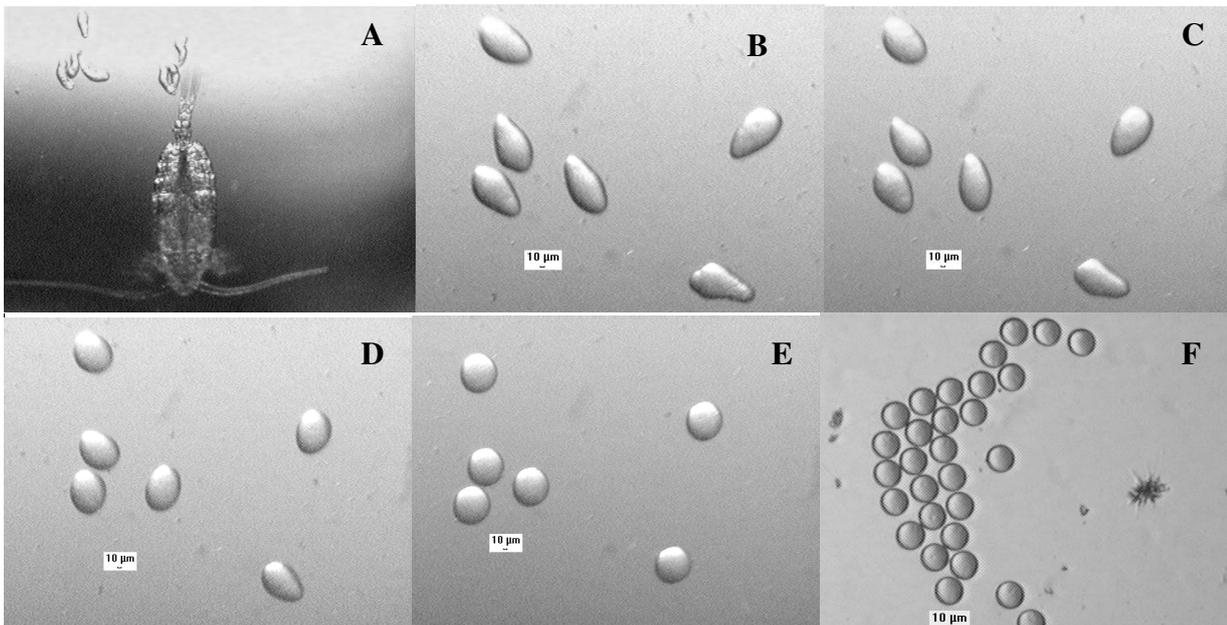


Figura 1

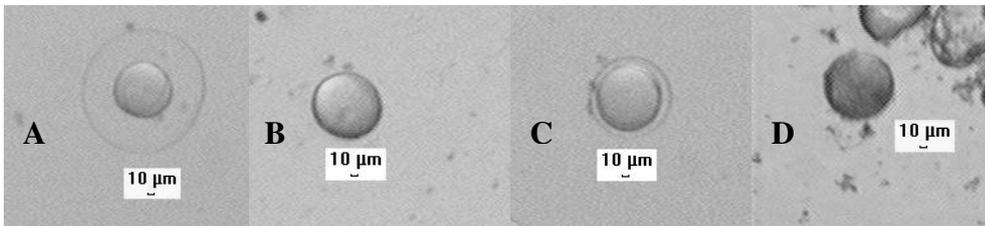


Figura 2

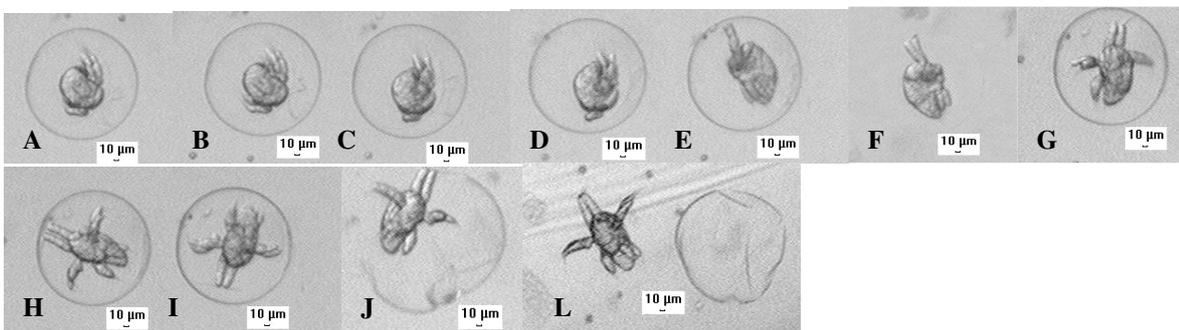


Figura 3

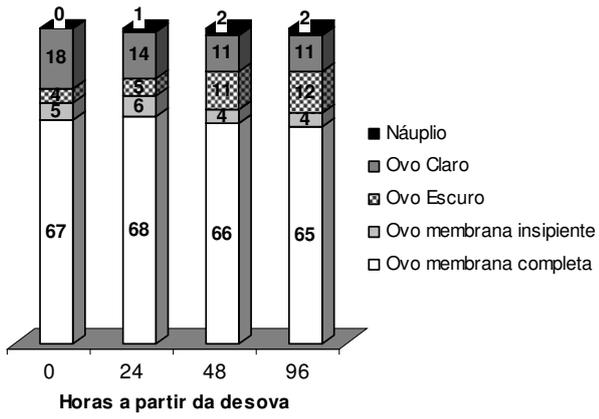


Figura 4

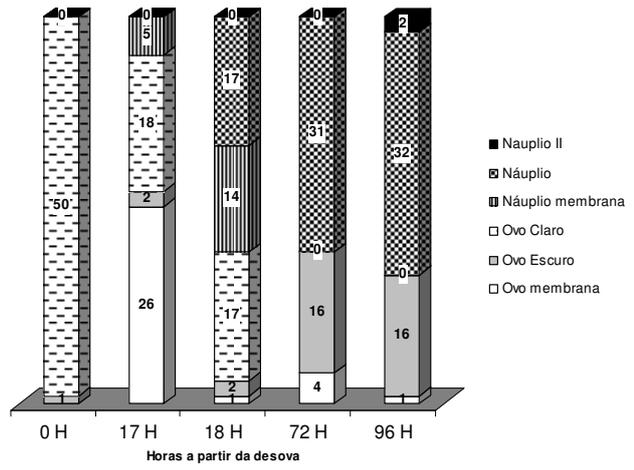


Figura 5

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o período de estudo sobre o zooplâncton da zona de arrebentação da Praia de Tramandaí – RS foi possível identificar uma variação sazonal em sua composição com diversidade total máxima de 2,603 ind.bits⁻¹ em 13/12/2005.

Como esperado para ambientes marinhos (BOLTOVSKOY, 1999), o grupo Copepoda foi o mais diverso, sendo a espécie *Temora turbinata*, responsável pela maior abundância (48,96 %) e frequência observada (71 %) dentro do grupo. *Acartia tonsa* e *Subeucalanus pileatus* apresentaram certa frequência e abundância ao longo do ano, da mesma forma que foram frequentes nas Praias do sul do Rio Grande do Sul no levantamento feito por BERSANO (1994). Ambas as espécies são também encontradas em regiões costeiras e estuários desde a Argentina até regiões mais ao norte do Brasil (BERASATEGUI et al., 2006; SABATINI & MARTOS, 2002; BERSANO, 1994; STERZA E FERNANDEZ, 2006).

Neste estudo, *Ctenocalanus vanus* apresentou-se como o representante mais importante de águas frias. Esta espécie tem origem Subantártica, sendo geralmente dominante em zonas de convergência da Corrente Circumpolar Antártica (BERNARD & FRONEMAN, 2003; BERNARD & FRONEMAN, 2005). Na margem oeste do Atlântico Sul, aparece na Argentina com frequência e grande abundância sobre a plataforma continental (SABATINI & MARTOS, 2002; BERASATEGUI et al., 2006), sendo registrado no Brasil na região de Cabo frio (VALENTIN, 1975; VALENTIN, 1980) em eventos de ressurgência.

A espécie *Metamysidopsis elongata atlantica* que teve grande frequência (58,3 %) e abundância (44,43 %), foi a principal representante de Mysidacea, considerado um importante taxa na região de estudo. Fato que corrobora com as observações de alguns estudos sobre zooplâncton em zonas de arrebentação de outras localidades que registram a grande importância do grupo (MCLACHLAN, 1990; WOOLDRIDGE, 1983; BERSANO, 1994).

Assim como em nossos resultados, a espécie foi reconhecida por BERSANO (1994) como a principal responsável pelos valores de densidade e biomassa registrados em Crustacea.

Foram registrados valores elevados de clorofila-*a* ($138 \mu\text{g.L}^{-1}$), geralmente relacionados com a presença de grande concentração de algas marrons ou diatomáceas cêntricas e as concentrações mínimas encontrados neste estudo corresponderam aos mais altos valores encontrado por CIOTTI et al. (1995) (4.3 mg.m^{-3}) para na região da saída do estuário da Lagoa dos Patos. Porém, a biomassa de zooplâncton apresentou baixos valores de peso seco, não refletindo a produtividade esperada para a região.

Apesar disto, a freqüente presença de larvas de crustáceos decápodes e ovos de peixes indicam a utilização da área, como zona de criação, merecendo maior atenção e estudos sobre as dinâmicas das populações e da produção primária e secundária na localidade.

Uma das formas de se estudar produção secundária é através de taxas de produção de ovos. Nos experimentos realizados com *C.vanus*, a produção média encontrada foi de 44 ovos.fêmea⁻¹, e representa o primeiro dado de produção para a espécie, já que resultados de outros autores vem sendo desprezados pelos mesmos por serem visivelmente subestimados (CORNILS, 2005).

Os resultados deste estudo, com a descrição da forma de desova e eclosão dos ovos, são de grande importância para o esclarecimento de alguns aspectos da reprodução de *C. vanus* e demonstra que os poucos trabalhos feitos em relação ao gênero (NIEHOFF et al., 2002; CORNILS, 2005) podem estar com suas estimativas de produção de ovos subestimadas devido a metodologia utilizada. A contagem de oocistos nas gônadas, método que vem sendo utilizado na tentativa de se estimar esta produção pode não ser um bom indicador do potencial reprodutivo da espécie, já que de acordo com as observações realizadas aqui nem todos os ovos liberados pelas fêmeas alcançam o estágio final de desenvolvimento.

As taxas medidas neste trabalho e os aspectos esclarecidos em suas observações são de grande importância para futuros estudos sobre a espécie, assim como para o conhecimento dos processos nos quais a mesma está envolvida. No entanto, experimentos ainda podem ser realizados com o intuito de aprimorar uma metodologia para se estimar a produção de ovos das fêmeas de *C. vanus*.

Quanto á comunidade geral do zooplâncton da Praia de Tramandaí, o levantamento da composição, densidade e biomassa realizado neste trabalho servirá de base para um maior conhecimento de sua fauna zooplancônica, para o entendimento dos processos que ocorrem na coluna d'água e como dados iniciais para se estimar a capacidade de produção na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTÜZ, M. L. 2005. Available planktonic organisms as food for the fishes in the Bosphorus area. *Oceanata*, **1024/3**, 1-6.
- BERASATEGUI, A.D., MARQUE, S. M., GÓMEZ-ERACHE, M., RAMÍREZ, F.C., MIANZAN, H.W., ACHA, E.M. 2006. Copepod assemblages in a highly complex hydrographic region. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **66**: 483 – 492.
- BERNARD, K. S. & FRONEMAN, P. W. 2003. Mesozooplankton community structure and grazing impact in Polar Frontal Zone of the south Indian Ocean during austral autumn 2002. *Ocean. Polar Biology* **26**: 268–275.
- BERNARD, K. S. & FRONEMAN, P. W. 2005. Trophodynamics of selected mesozooplankton in the west-Indian sector of the Polar Frontal Zone, Southern Ocean. *Polar Biology* **28**: 594–606.
- BERSANO, J. G. 1994. **Zooplâncton da zona de arrebenção de praias arenosas, situadas ao sul de Rio Grande, RS. Primavera de 1990, verão de 1991.** Tese de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande-RS. 163p.
- BOLTOVSCOY, D. ed. 1999. **South Atlantic Zooplankton.** Backuys Publishers, Leinden. V. 2, p. 869 – 1706.
- BRADFORD-GRIEVE, J. M., MURDOCH, R.C., JAMES, M.R., OLIVER, M., HALL, J. 1996. Vertical distribution of zooplankton > 39 lum in relation to the physical environment off the west coast of South Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* **30**: 285 - 300.
- BROWN, A.C.; McLACHLAN, A. 1990. **Ecology of Sandy Shores,** Elsevier. 328p.
- CAMPELLO, F. D. 2006. **A problemática da poluição por esgotos domésticos no sistema Estuarino-Lagunar Tramandaí-Armazém (RS, Brasil): física e química da água e a resposta dos macroinvertebrados Bentônicos.** Dissertação de Mestrado. Universidade federal do Rio Grande do Sul – RS. 194p.
- CIOTTI, A. M.; ODEBRECHT, C.; FILLMANN, G.; MÖLLER JR., O.O. 1995. Freshwater outflow and subtropical convergence influence on phytoplankton biomass on the southern Brazilian continental shelf. *Continental Shelf Research* **15** (14): 1737-1756.
- CORNILIS, A. 2005. **Seasonal Dynamics of the Copepod Population in an Oligotrophic Environment - the Northern Gulf of Aqaba (Red Sea).** Tese de Doutorado. **Universidade de Bremen,** Bremen.162p.
- FREITAS, M.A.P. 2005. **Zona Costeira e Meio Ambiente – Aspectos Jurídicos.** Ed. Juruá, Brasil. 232p.
- GERVASI E., JEUNIAUX C., DAUBY P. 1988. Production De Chitine Par Les Crustaces Du Zooplancton De La Baie De Calvi (Corse). *Actes de Colloques, FREMER* **8**: 33 – 38.
- LASIAK, T.A. 1986. Juveniles, food and the surf-zone habitat: implications for teleost nursery areas, *South Africa Journal of Zoology* **21**:51-56.
- LOPES, R.M; KATSURAGAWA, M.; DIAS, J.F.; MONTÚ, M.A.; MUELBERT, J.H.; GORRI, C.; BRANDINI, F.P. 2006. Zooplankton and ichthyoplankton distribution on the southern Brazilian shelf: an overview. *Scientia Marina* **70** (2): 189-202.
- MCLACHLAN, A. 1980. Exposed sandy beaches as semi-closed ecosystems. *Marine Environmental Research* **4**: 59-63.
- MCLACHLAN, A. 1990. Surf zone fauna. *In*: McLachlan A. & Brown, A.C. eds. **Ecology of Sandy Shores.** Elsevier, New York, p. 165-187.
- MIRANDA, L.B. 1972. **Propriedades e variáveis físicas das águas da plataforma continental do Rio Grande do Sul.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

- MIRANDA, L.B. 1982. **Análise de massas de água da plataforma continental e da região oceânica adjacente: Cabo de São Tomé (RJ) à Ilha de São Sebastião**. Tese de Livre-Docente, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 194 p.
- NIEHOFF, B., SCHNACK-SCHIEL, S., CORNILS, A., BRICHTA, M. 2002. Reproductive activity of two dominant Antarctic copepod species, *Metridia gerlachei* and *Ctenocalanus citer*, in late autumn in the eastern Bellingshausen Sea. **Polar Biology** **25**: 583–590.
- ODEBRECHT, C. & L. DJURFELDT. 1996. The role of nearshore mixing on the phytoplankton size structure off Santa Marta Cape, southern Brazil (Spring 1989). **Archive of Fishery and Marine Research** **43**: 217-230.
- PEDROZO, C. S. & ROCHA, O. 2005. Zooplankton and water quality of lakes of the Northern Coast of Rio Grande do Sul State, Brasil. **Acta Limnológica Brasileira** **17** (4): 445 – 464.
- SABATINI M. & MARTOS P. 2002. Mesozooplankton features in a frontal area off northern Patagônia (Argentina) during spring 1995 and 1998. **Scientia Marina** **66** (3): 215 – 232.
- SOARES, I. & MÖLLER JR. O. 2001. Low-frequency currents and water spatial distribution on the southern Brazilian shelf. **Continental Shelf Research** **21**: 1785-1814.
- SOARES, L.S. 2002. **Imbé - Histórico/Turístico**. 2ª edição. Edição da autora. 114p.
- SOUZA, R. B.; MATA, M. M.; GARCIA, C. A. E.; KAMPEL, M.; OLIVEIRA, E. N.; LORENZZETTI, J. A. 2006. Multi-sensor satellite and in situ measurements of a warm core ocean eddy south of the Brasil-Malvinas Confluence region. **Remote and Sensing of environment** **100**: 52-66.
- STERZA, J. M. & FERNANDES, L. L. 2006. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil). Characterization during a three-year study. **Brazilian Journal of Oceanography** **54** (2/3):95-105.
- TOMAZELLI, L. J. & VILLWOCK, J. A. 1991. Geologia do Sistema Lagunar Holocênico do Litoral Norte do Rio Grande Do Sul, Brasil. **Pesquisas** **18** (1): 13 – 24.
- VALENTIN, J. 1980. L'écosystème d'upwelling à Cabo Frio (Brésil). Analyse em composantes principales du plâncton à une station fixe. **Oceanologia ACTA** **3** (1): 43-50.
- ZAVIALOV, P.O.; KOSTIANOV, A.G.; MÖLLER Jr., O.O. 2003. **Geophysical Research Letters**, 30 (21), 2126.
- WOOLDRIDGE, T.H. 1983. Ecology of beach and surf-zone mysid shrimps in the eastern cape, South Africa, In: McLachlan, A. & Erasmus, T. eds. **Sandy Beaches as Ecosystems**. W. Junk, The Hague, p.449-460.

ANEXO I

Norma da Revista à que será submetido o Artigo correspondente ao Capítulo 1:

Iheringia - Série Zoológica, ISSN 0073-4721.

Forma e preparação de manuscritos

1. Encaminhar o trabalho ao editor, via ofício, assinado pelos autores, acompanhado do original e duas cópias (incluindo as figuras) além de arquivo digital (ver item 14).
2. Os manuscritos serão analisados por, no mínimo, dois consultores. A aprovação do trabalho, pela comissão editorial, será baseada no conteúdo científico, respaldado pelos pareceres dos consultores e no atendimento às normas. Alterações substanciais serão solicitadas aos autores, mediante a devolução dos originais acompanhados das sugestões.
3. O teor científico do trabalho é de responsabilidade dos autores, assim como a correção gramatical.
4. O manuscrito, redigido em português, inglês ou espanhol, deve ser impresso em papel A4, em fonte "Times New Roman" tamanho 12, com páginas numeradas e espaçamento duplo entre linhas.
5. Os trabalhos devem conter os tópicos: título; nomes dos autores (nome e sobrenome por extenso e demais preferencialmente abreviados); endereço completo dos autores, com e-mail para contato; "abstract" e "keywords" (máximo 5) em inglês; resumo e palavras-chave (máximo 5) em português ou espanhol; introdução; material e métodos; resultados; discussão e conclusões; agradecimentos e referências bibliográficas.
6. Não usar notas de rodapé.
7. Para os nomes genéricos e específicos usar itálico e, ao serem citados pela primeira vez no texto, incluir o nome do autor e o ano em que foram descritos. Expressões latinas também devem estar grafadas em itálico.
8. Citar as instituições depositárias dos espécimes que fundamentam a pesquisa, preferencialmente com tradição e infra-estrutura para manter coleções científicas e com políticas de curadoria bem definidas.
9. Citações de referências bibliográficas no texto devem ser feitas em Versalete (caixa alta reduzida) usando alguma das seguintes formas: BERTCHINGER & THOMÉ (1987), (BRYANT, 1915; BERTCHINGER & THOMÉ, 1987), HOLME et al. (1988).
10. Dispor as referências bibliográficas em ordem alfabética e cronológica, com os autores em Versalete (caixa alta reduzida). Apresentar a relação completa de autores (não abreviar a citação dos autores com "et al.") e o nome dos periódicos por extenso. Alinhar à margem esquerda com deslocamento de 0,6 cm. Não serão aceitas citações de resumos e trabalhos não publicados.

Exemplos:

BERTCHINGER, R. B. E. & THOMÉ, J. W. 1987. Contribuição à caracterização de *Phyllocaulis soleiformis* (Orbigny, 1835) (Gastropoda, Veronicellidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 4(3):215-223.

BRYANT, J. P. 1915. Woody plant-mammals interactions. In: ROSENTHAL, G. A. & BEREMBAUM, M. R. eds. *Herbivores: their interactions with secondary plants metabolites*. San Diego, Academic. v.2, p.344-365.

HOLME, N. A.; BARNES, M. H. G.; IWERTSON, C. W. R.; LUTKEN, B

1. M. & MCINTYRE, A. D. 1988. *Methods for the study of marine mammals*. Oxford, Blackwell Scientific. 527p.

PLATNICK, N. I. 2002. *The world spider catalog, version 3.0*. American Museum of Natural

History. Disponível em: <<http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog81-87/index.html>>. Acesso em: 10.05.2002.

11. As ilustrações (desenhos, fotografias, gráficos e mapas) são tratadas como figuras, numeradas com algarismos arábicos seqüenciais e dispostas adotando o critério de rigorosa economia de espaço e considerando a área útil da página (16,5 x 24 cm) e da coluna (8 x 24 cm). A Comissão Editorial reserva-se o direito de efetuar alterações na montagem das pranchas ou solicitar nova disposição aos autores. As legendas devem ser auto-explicativas e impressas em folha à parte. Ilustrações a cores implicam em custos a cargo dos autores. Os originais devem ser enviados apenas após a aprovação do manuscrito. Incentivamos o encaminhamento das figuras em meio digital de alta qualidade (ver item 14).

12. As tabelas devem permitir um ajuste para uma (8 cm) ou duas colunas (16,5 cm) de largura, ser numeradas com algarismos romanos e apresentar título conciso e auto-explicativo.

13. A listagem do material examinado deve dispor as localidades de Norte a Sul e de Oeste a Leste e as siglas das instituições compostas preferencialmente de até 4 letras, segundo o modelo abaixo:

VENEZUELA, Sucre: San Antonio del Golfe, (Rio Claro, 5°57'N 74°51'W, 430m) 5♀, 8.VI.1942, S. Karpinski col. (MNHN 2547). PANAMÁ, Chiriquí: Bugaba (Volcán de Chiriquí), 3♂, 3♀, 24.VI.1901, Champion col. (BMNH 1091). BRASIL, Goiás: Jataí (Fazenda Aceiro), 3♂, 15.XI.1915, C. Bueno col. (MZSP); Paraná: Curitiba, ♀, 10.XII.1925, F. Silveira col. (MNRJ); Rio Grande do Sul: São Francisco de Paula (Fazenda Kraeff, Mata com Araucária, 28°30'S 52°29'W, 915m), 5♂, 17.XI.1943, S. Carvalho col. (MCNZ 2147).

14. Enviar, juntamente com as cópias impressas, cópia do manuscrito em meio digital (disquete, zip disk ou CDROM, devidamente identificado) em arquivo para Microsoft Word (*.doc) ou em formato "Rich Text" (*.rtf). Para as imagens digitalizadas, utilizar resolução mínima de 300 dpi e arquivos Bitmap TIFF (*.tif). Enviar as imagens nos arquivos originais (não inseridas em arquivos do MS Word, MS Power Point e outros), rotulados de forma auto-explicativa (e. g. figura01.tif). Gráficos e tabelas devem ser inseridos em arquivos separados (Microsoft Word ou Excel). Para arquivos vetoriais utilizar formato Corel Draw (*.cdr).

15. As provas não serão enviadas aos autores, exceto em casos especiais.

16. Para cada artigo serão fornecidas, gratuitamente, 50 separatas, sem capa, que serão remetidas preferencialmente para o primeiro autor. Os artigos também estarão na página do Scientific Electronic Library Online, SciELO/Brasil, disponível em www.scielo.br/isz

ANEXO II

Norma da Revista à que será submetido o Artigo correspondente ao Capítulo 2:

Journal of Plankton Research, ISSN 0142-7873.

Preparation of manuscripts for submission

Manuscripts should be in their final form when they are submitted so that proofs will require only correction of typographical errors.

Sections of the Manuscript

General Format of Submitted Manuscripts

Formatting References

Legends for Tables and Figures

Tables

Figures

Conventions

Sections of the Manuscript

Typically papers should be divided into the following sequence of headed sections:

- Title (title page should also include author contact information and up to five keywords)
- Abstract (max. 200 words)
- Introduction
- Method
- Results
- Discussion
- Acknowledgements
- References
- Table and Figure legends
- Tables
- Figures

General Format of Submitted Manuscripts

- Manuscripts should be prepared for printing on either American quarto or A4 size paper
- Manuscripts should occupy not more than the page limit for the manuscript category including text, all tables and figures. The Executive Editor should be consulted prior to submission if this limit cannot be achieved
- Number each page and number the lines (continuous line numbering) on each page to enable reviewers to refer to items in the manuscript easily.

- Use 1.5 line spacing with a 2 cm margin on all sides of the text.
- The text should be Times New Roman font size 12 (except if required within tables where size 10 may be used).
- Avoid footnotes.
- Use 'L' for litre (eg mL), not 'l'
- Nutrient concentrations should be reported as molar (not mass; i.e. μM nitrate (not μg nitrate-N L^{-1})
- Avoid use of 'reduce' (opposite of oxidise) except when for chemical usage.
- Use 'autumn' not fall.
- Identify sampling locations by latitude, longitude and by country as appropriate.
- Check the PDF for the clear reproduction of figures, special symbols and Greek letters.
- Differentiate between the letter O and zero, and the letters I and l and the number 1.

Formatting References

Authors are responsible for the accuracy of the References. Published articles and those in press (state the journal which has accepted them) may be included.

In the text a reference should be cited by author and date as:

...experiments by Author (Author, 1989) have demonstrated...,

'or'

...as reported earlier (Author and Author, 1985; Author et al., 1998)...

Do **NOT** place text other than the author and date within the parentheses. No more than two authors may be cited per reference; if there are more than two authors use et al. If in doubt, please consult the most recent issue of the Journal.

Reference Citation:

At the end of the manuscript the citations should be typed in alphabetical order by first author's surname followed by initials. References should include, in the following order:

- Authors' names
- Year
- Paper title
- Journal title
- Volume number and inclusive page numbers

The name of the journal should be abbreviated according to the World List of Scientific Periodicals. Book references should also include the editors and the name and address of the publisher.

Some examples:

Langeland, A. and Rognerud, S. (1974) Statistical analyses used in the comparison of three methods of freshwater zooplankton sampling. *Arch. Hydrobiol.*, **3**, 403--410.

Russell, F. A. and Yonge, M. (eds) (1976) *Advances in Marine Biology*. Vol. 13. Academic Press, London.

Schimizu, I. (1978) Dinoflagellate toxins. In Scheuer, D. J. (ed.), *Marine Natural Products, Chemical and Biological Perspectives*. Vol. 1. Academic Press, London, pp. 1--42.

Personal communications should cite the name and location of the author (J. Smith, Sydney, personal communication) and unpublished data should be cited as '(unpublished data)'. Both should be used as sparingly as possible.

Legends for Tables and Figures

These should be listed on a separate, numbered page of the manuscript (or several pages if needed) after the References. Define all symbols and abbreviations used in the figure unless these are defined within the figure itself. Common abbreviations and those defined in the preceding text need not be redefined in the legend.

Tables

Tables should be typed on separate pages and numbered consecutively with Roman numerals. They should be self-explanatory and include a brief descriptive title. They should be of such a size that, when typeset, they will easily fit onto a Journal page, the type area of which is 220 (height) x 164 mm (width).

Footnotes to tables indicated by lower case letters are acceptable, but they should not include extensive experimental detail.

Figures

All illustrations (line drawings and photographs) should be referred as 'Fig. 1' throughout text and legends.

Illustrations in the manuscript at the point of submission must be embedded at the end of the PDF containing all the other manuscript text. Please do not send Figures as separate files.

Be careful when preparing a manuscript with highly detailed Figures that the final file size does not exceed 1.4MB. Alter the size of the original Figure object and/or the resolution for PDF printing to achieve this. Please check that illustrations, and especially lettering within them, are acceptable for review. Final quality of illustrations in accepted manuscripts will be to the usual high standards.

Conventions

In general, the Journal follows the conventions of the CBE Style Manual (Council of Biology Editors, Bethesda, MD, 1983, 5th edn). Follow Chemical Abstracts and its indexes for chemical names. For guidance in the use of biochemical terminology follow the recommendations issued by the IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature, as given in *Biochemical Nomenclature and Related Documents*, published by the Biochemical Society, UK. For enzymes use the recommended name assigned by the IUPAC-IUB Commission on the Biochemical Nomenclature, 1978, as given in *Enzyme Nomenclature*, published by Academic Press, New York, 1980. Where possible, use the recommended SI (Système International) units. Genotypes should be italicized (underline in typed copy): phenotypes should not be italicized. For bacterial genetics nomenclature follow Demerec *et al.* (1966) *Genetics*, **54**, 61-76.

Abbreviations

Try to restrict the use of abbreviations to SI symbols and those recommended by the IUPAC-IUB. Abbreviations should be defined in brackets after their first mention in the text. Standard units of measurements and chemical symbols of elements may be used without definition in the body of the paper.

Chemical formulae and mathematical equations

Wherever possible, write mathematical equations and chemical formulae on a single line.
Submit complicated chemical structures as artwork