

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA**

ALESSANDRO PEREIRA CARDOZO

**COMPOSIÇÃO, DENSIDADE E BIOMASSA DO ZOOPLÂNCTON EM
VIVEIROS DE CULTIVO DO CAMARÃO BRANCO *Litopenaeus vannamei* NO
SUL DO BRASIL.**

RIO GRANDE - RS

2007

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA**

**COMPOSIÇÃO, DENSIDADE E BIOMASSA DO ZOOPLÂNCTON EM
VIVEIROS DE CULTIVO DO CAMARÃO BRANCO *Litopenaeus vannamei* NO
SUL DO BRASIL.**

ALESSANDRO PEREIRA CARDOZO

ORIENTADOR: PROF. Dr. JOSÉ GUILHERME BERSANO FILHO

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Aqüicultura no Programa de Pós Graduação em Aqüicultura da Fundação Universidade Federal do Rio Grande

**RIO GRANDE - RS
FEVEREIRO DE 2007**

Índice

1. Introdução	1
2. Objetivos	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. Material e Métodos	4
4. Resultados	8
5. Discussão	18
6. Comentários Finais	21
7. Referências bibliográficas	22

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura, todos os seus professores que me auxiliaram ao longo destes dois anos de curso e a CAPES pela concessão da bolsa de estudos. Agradeço também aos colegas de curso pelas conversas e aulas descontraídas durante este tempo.

Aos professores Ronaldo Cavalli e Charrid Resgalla Jr. por aceitarem compor a banca desta dissertação, bem como por todos os comentários e sugestões apresentados que contribuíram muito para a melhoria deste trabalho.

A todo pessoal da Fazenda Carcibrás em São José do Norte, por disponibilizarem os viveiros da fazenda para este trabalho, mesmo sem saber direito o que estava acontecendo e também pelo apoio e suporte durante os mais de dois meses de trabalho, cedendo a estrutura da fazenda. Agradeço também pelos jantares oferecidos, sempre com um bom camarão.

Ao professor José Guilherme, o Duda, pelos ensinamentos, pelo apoio a minha idéia e aos muitos comentários e discussões que só fizeram este trabalho melhor.

A minha família que sempre me apoiou em todos os momentos, um abraço a todos, pai,mãe, meus irmãos, vó e todos que estiveram sempre comigo.

Não poderia esquecer da famosa “Equipe Tabajara” sempre disposta a ajudar, mesmo se as coisas não estavam bem. Um abraço especial pro Waldema, que identificou junto comigo as espécies encontradas neste trabalho e também me auxiliou nas inúmeras contagens, mas não esquecendo também dos outros membros, Kaminski, Bruno, Priscila, Tati, Andrea, Anette.

Por fim um agradecimento a pessoa que sempre acreditou neste trabalho e esteve sempre ao meu lado, apoiando todas as minhas loucuras, dando força e fazendo que este chegasse ao fim sem maiores transtornos, Lidiana este trabalho também é seu. Um Beijo. Te amo.

Resumo

O camarão *Litopenaeus vannamei* é a espécie mais cultivada no Brasil, sendo alimentado basicamente por ração comercial. Entretanto, alguns estudos têm demonstrado que o zooplâncton dos viveiros pode ser parte integrante da dieta deste crustáceo. Neste trabalho foram avaliadas a composição, a densidade e a biomassa do zooplâncton de viveiros de cultivo de camarão no extremo Sul do Brasil. Foram realizadas coletas em dois viveiros ao longo de três meses, utilizando rede de zooplâncton com malha de 140 μm e boca com 30 cm de diâmetro. As amostras foram fixadas em solução de formaldeído com concentração final de 4%, e transportadas para o laboratório onde a composição, a densidade e também a biomassa (peso úmido e peso seco) foram determinadas. Os grupos de maior ocorrência foram os Copepoda e Cladocera, e as espécies mais abundantes foram as comumente encontradas no Estuário da Lagoa dos Patos, como *Acartia tonsa*, *Pseudodiaptomus richardi* e *Moina micrura*. Os valores de densidade média encontrados foram superiores aos comumente registrados para o Estuário da Lagoa dos Patos, atingindo 278 org.L^{-1} em 18/11/2005 no viveiro 1 e 277 org.L^{-1} em 08/12/2005 no viveiro 2, mostrando que houve grande disponibilidade de alimento nos viveiros. Os valores de peso úmido e peso seco variaram entre 0,15 e 13,28 g.m^{-3} (peso úmido) e entre 0,01 e 2,72 g.m^{-3} (peso seco) ao longo do período amostrado, seguindo o padrão apresentado pela densidade. Estes resultados indicam que o zooplâncton representa um recurso alimentar disponível para os camarões nos primeiros meses de cultivo.

Abstract

Litopenaeus vannamei is the most cultivated shrimp species in Brazil, being fed basically on high protein formulated diets. However some studies have shown that the natural zooplankton found in shrimp ponds can be part of the diet of this crustacean. In this study the zooplankton composition, density and biomass were evaluated for two shrimp ponds in a shrimp farm in Southern Brazil. Samples from the two ponds were taken throughout three consecutive months using a zooplankton net of 150 cm total length, 30 cm mouth diameter and 140 μm nylon mesh size. All the zooplankton samples were preserved in formaldehyde solution at a final concentration of 4% and transported to the laboratory, where the composition, density and biomass (wet and dry weight) were assessed. Copepoda and Cladocera were the most frequent groups, while the most abundant species were *Acartia tonsa*, *Pseudodiaptomus richardi* and *Moina micrura*, species commonly found in the Patos Lagoon Estuary. The density values were higher than those ones usually recorded for the estuary during periods of maximum production, reaching 278 org.L^{-1} in 11/18/2005 (pond 1), and 277 org.L^{-1} in 12/08/2005 (pond 2), suggesting that the zooplankton, can grow well in the shrimp ponds. The values of wet weight and dry weight were relatively high ranging from 0,15 to 13,28 g.m^{-3} (wet weight) and 0,01 to 2,72 g.m^{-3} (dry weight) during the experimental period, following the same pattern presented for the density. These results indicate that the natural zooplankton occurring in the shrimp ponds represents a potential food source for the shrimp larvae and juveniles in the first months of culture.

1. Introdução

Ao longo das últimas décadas, a atividade de carcinicultura vem apresentando um grande crescimento em diversas partes do mundo, com o Brasil seguindo esta tendência mundial (FAO, 2004). Nesta atividade três espécies de camarão têm se destacado como as mais cultivadas, sendo elas *Penaeus monodon*, *Fenneropenaeus chinensis* e *Litopenaeus vannamei*, responsáveis por cerca de 80% da produção mundial (FAO, 2004). No Brasil *L. vannamei* é a espécie mais cultivada, com a produção brasileira correspondendo a 5% da produção mundial (FAO, 2004).

L. vannamei é uma espécie marinha originária do Oceano Pacífico, distribuída da costa oeste do México até a costa do Peru. Este camarão tem a capacidade de se adaptar às mais diversas condições de cultivo, desde águas salgadas até águas de baixa salinidade (Bray et al. 1993, Ponce-Palafox et al. 1997), característica que tem aumentado o interesse dos produtores. Embora seja exótica no Brasil, *L. vannamei*, mostra maior resistência às condições com variação de temperatura e salinidade que outros camarões peneídeos nativos, os quais não toleram baixas salinidades (Brito et al. 2000).

Logo após a introdução nos viveiros de cultivo, a base da alimentação de *L. vannamei* é composta em parte pelo alimento natural disponível (Anderson et al. 1987; Nunes et al. 1997; Martinez-Cordova et al. 1997; Rothlisberg, 1998) complementada com ração comercial. A abundância do zooplâncton nos viveiros parece ser influenciada diretamente pela biomassa do fitoplâncton. Martinez-Cordova et al. (2002) mostraram que as concentrações de clorofila diminuem cerca de 50 % do início para o fim do cultivo, provavelmente devido a pastagem do zooplâncton e também de alguns invertebrados bentônicos.

Chen & Chen (1992) evidenciaram que juvenis de *P. monodon*, são eficientes predadores de zooplâncton, e que a capacidade de predação das pós-larvas está relacionada com o tamanho das mesmas, sendo que pós-larvas maiores ingerem uma maior quantidade de organismos. Para o camarão azul *Litopenaeus stylirostris*, foram encontrados melhores valores de crescimento e taxa de conversão alimentar em viveiros onde a produção de fitoplâncton foi estimulada através da fertilização com uréia e superfosfato triplo (Martinez-Cordova et al. 1997).

Martínez-Córdova & Pena-Messina (2005) comparando monocultivos e policultivos semi-intensivos de *L. vannamei* e *L. stylirostris*, encontraram as menores densidades de zooplâncton, em viveiros com cultivo monoespecífico de *L. vannamei*, sugerindo que esta espécie é a mais eficiente na predação de organismos zooplancctônicos.

Estudos realizados na Austrália têm evidenciado que os copépodes representam o principal grupo zooplancctônico presente em viveiros de engorda de camarões marinhos, geralmente refletindo a composição do ambiente no qual a captação de água é realizada. Nestes estudos foram registradas reduções da biomassa do zooplâncton logo após a introdução das pós-larvas, tanto para *Penaeus japonicus* (Coman et al. 2003) como para *P. monodon* (Preston et al. 2003), indicando a predação das pós-larvas sobre o zooplâncton.

Além da importância do zooplâncton como alimento para as pós-larvas de camarão nos viveiros de engorda, o uso destes organismos, principalmente copépodes, como alimento vivo na aquicultura marinha vem recebendo grande atenção ao longo dos últimos anos (Delbare et al. 1996), pois são organismos muito ricos em fosfolídeos, ácidos graxos essenciais altamente insaturados (HUFA) e antioxidantes naturais, superiores nutricionalmente aos rotíferos e aos náuplios de artemia (Watanabe et al. 1983, Sargent et al. 1997, Stottrup & Nosker 1997) comumente usados na larvicultura marinha. Diversos estudos realizados nos últimos anos demonstraram o maior valor nutricional de copépodes quando comparados com artemia e rotíferos (Helland et al. 2003), e também o aumento no sucesso das larviculturas quando da utilização dos copépodes (Payne et al. 1998; Schipp et al. 1999; Payne & Rippingale, 2000).

Na região sul do Rio Grande do Sul, fazendas de cultivo de camarão, situadas no município de São José do Norte vêm operando desde o ano 2000. A espécie cultivada nestas fazendas é *L. vannamei*, devido à maior disponibilidade de larvas e também a sua resistência as variações de salinidade que ocorrem com frequência no Estuário da Lagoa dos Patos (ELP).

No ELP, os regimes de enchente e vazante são controlados principalmente por ventos e pelas taxas de precipitação na bacia de drenagem (Garcia, 1997), que levam a grandes variações da salinidade, com salinidades elevadas associadas a períodos de

enchente e salinidades mais baixas relacionadas com períodos de vazante (Niencheski & Baumgarten, 1997).

Estas fazendas captam água do ELP, que tem o zooplâncton dominado principalmente por copépodes (Montú, 1980). Estas variações de salinidade afetam a composição do zooplâncton na região, com dominância de organismos de origem marinha, como copépodes da ordem Calanoida, durante períodos de enchente e presença de cladóceros e copépodes da ordem Cyclopoida, associados a baixas salinidades (Montú et al. 1997).

Devido a estas variações de salinidade espera-se que o zooplâncton dos viveiros apresente uma composição de espécies similar a do ELP no momento em que foi bombeada água, ocorrendo uma substituição de organismos com as mudanças de salinidade nos viveiros. No Brasil não há registros de estudos que avaliem o potencial de crescimento do zooplâncton em viveiros de cultivo de camarões marinhos, bem como seu papel como fonte de alimento vivo para o camarão branco *L. vannamei*.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Determinar através de um estudo de campo, o potencial de crescimento do zooplâncton natural presente em viveiros de cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*, numa fazenda comercial do sul do Brasil.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar durante um período de 70 dias a composição e a densidade do zooplâncton presente nos viveiros.

- Avaliar durante um período de 70 dias a biomassa (peso úmido e peso seco) do zooplâncton nos viveiros.

3. Material e Métodos

Este estudo foi realizado em São José do Norte - RS, Brasil, em viveiros da fazenda Carcibrás (Figura 1). Neste trabalho foram utilizados dois viveiros, que foram preparados de forma similar antes de serem inundados. Foi realizada uma calagem com calcário, para correção do pH do solo e eliminação de possíveis estágios de resistência de alguns organismos. Após a aplicação do calcário, o fundo dos viveiros foi arado com a utilização de um trator para revolver o solo e misturar bem o calcário.

Após este procedimento iniciou-se a inundação dos viveiros. A captação de água foi feita com auxílio de bombas que levam a água captada diretamente do ELP para dentro dos viveiros. A água é conduzida por meio de canaletas de alvenaria, e ao chegar no viveiro é filtrada em uma rede com malha de 600 μm , para impedir a entrada de predadores como larvas de peixe e pequenos crustáceos.

Após um período de sete dias ocorreu a inundação total dos viveiros, e foram iniciadas as amostragens de zooplâncton. No viveiro 1 (V1) com área de 2,2 hectares e profundidade média de 0,8 m, foi iniciado o estudo no dia 09/11/2005 e no viveiro 2 (V2) com área de 3,8 hectares e profundidade média de 0,8 m as amostragens se iniciaram em 16/11/2005. Nos dois viveiros as amostragens foram encerradas em 20/01/2006. A diferença entre as datas de início das amostragens, foi devido ao maior tempo necessário para completar a inundação do V2.

Além da diferença no tamanho dos viveiros, os mesmos possuem características de solo diferentes, pois o V1 apresenta solo areno-lodoso pela proximidade com a margem do estuário e o V2, tem seu solo caracterizado por sedimentos arenosos por estar mais distante da margem do ELP e também por estar em uma quota mais elevada.

Durante o período de estudo, não houve renovação de água nos viveiros, mas sim reposições das perdas por evaporação e infiltração pelos taludes, que resultaram na introdução de cerca de 10 % do volume total dos viveiros por semana. Ao longo do estudo, não foram realizadas fertilizações no V2, enquanto que no V1, cinco fertilizações foram efetuadas nos dias 16/11/2005, 16, 26 e 27/12/2005 e 05/01/2006. Nestas fertilizações foram utilizados, uréia e superfosfato triplo na proporção de 10:1.

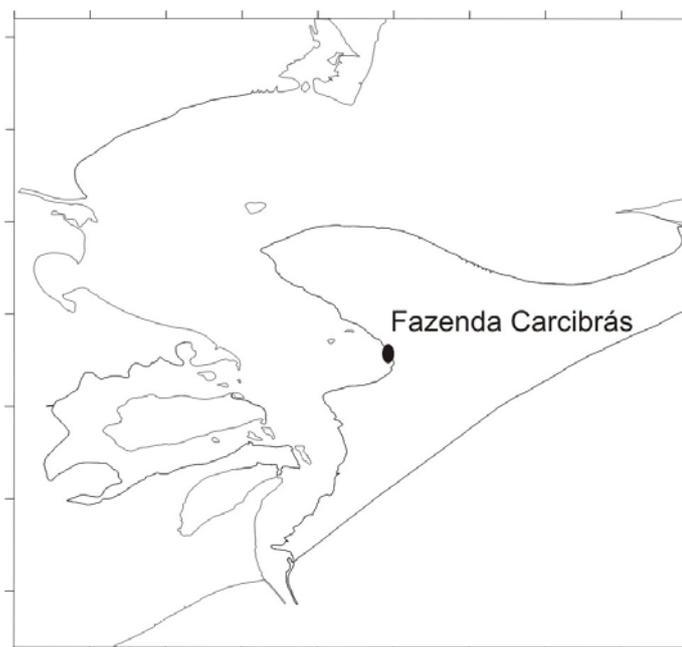


Figura 1. Localização da Fazenda Carcibrás (ponto preto) em São José do Norte. Latitude: 32°00'S, Longitude: 51°59'W.

Para o povoamento dos viveiros foram utilizadas pós-larvas (PL's) de 10 dias (PL 10), compradas de uma empresa de larvicultura. No V1 foram introduzidos 660 milheiros no dia 18/11/2005, atingindo uma densidade de 30 pós-larvas por m². No V2, 980 milheiros foram estocados no dia 08/12/2005, com densidade final de 25 pós-larvas por m².

Para as coletas de zooplâncton, foram efetuados arrastos transversais nos dois viveiros, sempre no sentido oposto à direção dos ventos predominantes, que foram majoritariamente provenientes do quadrante NE durante o período de estudo. Foram amostrados três pontos em cada um dos viveiros, sendo um ponto próximo à entrada de água; outro na região central do viveiro; e um terceiro ponto próximo à saída de água (Figura 2). O intervalo entre as amostragens variou de dois a quatro dias no primeiro mês, e intervalos maiores no restante do período.

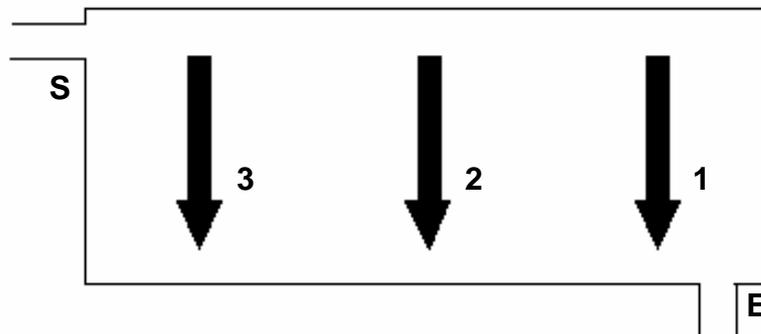


Figura 2. Representação esquemática da posição e o sentido dos arrastos nos viveiros.
E – entrada de água. S – saída de água.

Juntamente com as coletas, foram tomados dados de temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido. Para temperatura foi utilizado um termômetro de mercúrio, a salinidade foi medida com auxílio de um refratômetro manual, o pH com um medidor de pH manual e o oxigênio dissolvido com o uso de um oxímetro.

As amostragens foram realizadas à noite, horário de maior atividade dos organismos zooplantônicos e dos camarões, e também para que fossem coletados possíveis organismos bentônicos que realizam migrações noturnas para a coluna d'água, como certos misidáceos. Para as coletas foi utilizada uma rede cilindro cônica com 1,5 m de comprimento, 30 cm de diâmetro de boca e malha de 150 μm . Uma bóia com diâmetro de 20 cm foi acoplada ao aro da rede para mantê-la a próxima à superfície.

Nos primeiros sete dias de amostragens o volume filtrado foi estimado através do cálculo que utiliza a distância percorrida e a área da boca da rede. Depois deste período um fluxômetro foi acoplado ao aro da rede para que se obtivessem os volumes filtrados nos arrastos. Devido à utilização destes dois métodos para o cálculo do volume filtrado, foram realizados arrastos teste com e sem fluxômetro e não foram verificadas diferenças entre os métodos, provavelmente relacionado ao fato dos viveiros serem ambientes de pouca circulação de água.

Após os arrastos, o material foi transferido para garrafas plásticas de 1 litro onde foi fixado imediatamente em solução de formoldeído a 4% neutralizado com Tetraborato de Sódio. Após dois dias as amostras foram transferidas para frascos de vidro, onde foram mantidas até a chegada em laboratório, quando foram analisadas.

Para as análises qualitativas e quantitativas, as amostras foram fracionadas com um quarteador tipo Motoda (Boltovskoy, 1981), sendo em seguida transferidas para um becker de volume conhecido, do qual foram retiradas alíquotas com um subamostrador do tipo colher sueca. A partir das alíquotas foram realizadas as análises qualitativas e quantitativas em câmaras do tipo Bogorov, observadas sob microscópio estereoscópico.

Para a obtenção dos valores da biomassa zooplanctônica em termos de peso úmido, foi utilizada a amostra total. Para isto o material coletado foi retido em uma peneira com malha de 50 μm , para evitar a perda de organismos, previamente pesada. Com o material retido na malha, foram utilizadas toalhas de papel absorvente para retirada da água. As pesagens foram realizadas após não haver mais umidade nas toalhas de papel. Para estas pesagens utilizou-se uma balança analítica Marte, modelo LC-5 (precisão de 0,5 g), onde foi obtido o peso úmido total da amostra em gramas.

Para determinação da biomassa em peso seco, foram retiradas alíquotas das amostras que foram então filtradas em filtros de fibra de vidro (0,45 μm) previamente pesados. Para auxiliar a filtragem foi utilizada uma bomba de vácuo Quimis modelo Q 355B, com potência de 1 CV. Os filtros foram colocados em estufa a 60 °C por 14 horas, sendo mantidos após este período em dessecador contendo sílica-gel azul por 24 horas. Posteriormente o peso seco foi determinado em balança analítica Gehak, modelo AG200 (precisão de 0,001 g) (Beers, 1976).

Para corrigir a perda de peso (úmido e seco) dos organismos devido à fixação com formoldeído 4 %, considerou-se uma perda de 35 % do peso dos organismos devido a fixação, seguindo as recomendações de Durbin & Durbin, (1978). Com isso foi acrescentado 35 % aos pesos finais obtidos para compensar a perda devido à fixação.

Tanto os valores de densidade quanto de biomassa nos dois viveiros amostrados, foram comparados aplicando-se análises de variância (ANOVA - duas vias), seguidas pelo teste de Tukey quando observadas diferenças significativas ($p < 0,05$). Este teste teve como finalidade comparar os dois viveiros ao longo do tempo, em termos de densidade e biomassa.

4. Resultados

Os valores de temperatura e salinidade variaram ao longo do estudo com a salinidade em torno de 4, entre os dias 09/11/2005 e 08/12/2005 no V1 e entre 16/11/2005 e 01/12/2005 no V2. Após este período foi registrado um aumento gradual na salinidade dos dois viveiros até o final do experimento, com valores máximos de 14 para V1 (Figura 3) e V2 (Figura 4). A temperatura não apresentou grandes variações ao longo do período de estudo. As menores temperaturas da água registradas foram de 18 °C para V1 no dia 09/11/2005 (Figura 3), e 23,5 °C em 15/12/2005 no V2 (Figura 4). A máxima registrada para os dois viveiros foi de 27,5 °C.

Os valores de oxigênio dissolvido variaram entre 6,2 e 9,7 mgO₂.L⁻¹ no V1, e entre 8,6 e 10,8 mgO₂.L⁻¹ no V2, com os picos máximos ocorrendo em 01/12/2005 no V1 e no V2. Quanto ao pH, valores levemente básicos (próximos a 10) foram registrados no V2, com valores variando de 8,6 a 10,8. No V1 os valores mantiveram-se entre 7 e 8,7. Os picos máximos de pH foram registrados dia 15/12/2005 no V1 e em 08/12/2005 no V2.

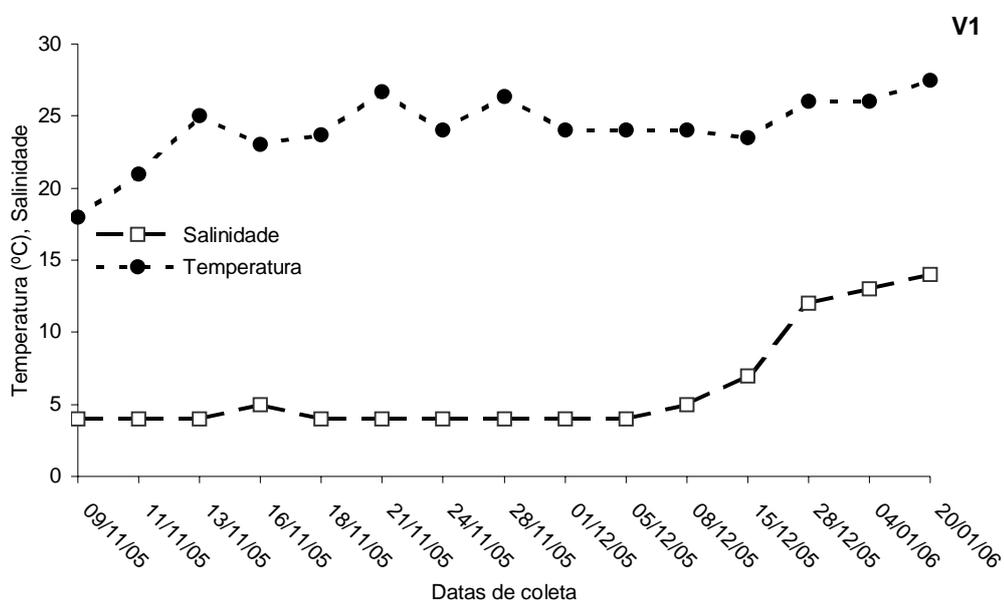


Figura 3. Variação dos valores de temperatura e salinidade no viveiro de camarão nº 1 (V1) da fazenda Carcibrás, São José do Norte - RS, no período de novembro de 2005 a janeiro de 2006.

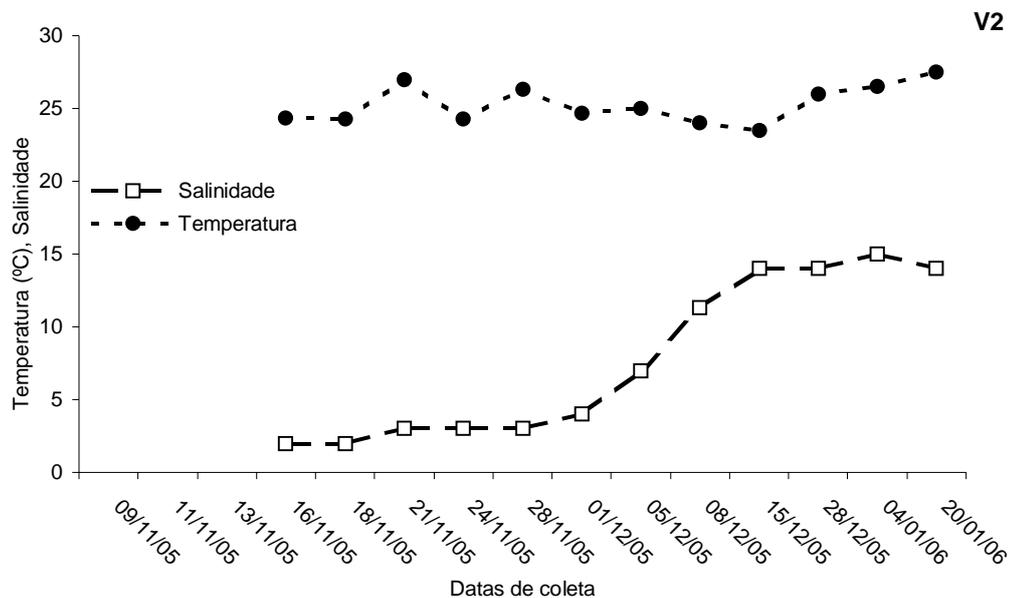


Figura 4. Variação dos valores de temperatura e salinidade no viveiro de camarão n° 2 (V2) da fazenda Carcibrás, São José do Norte - RS, no período de novembro de 2005 a janeiro de 2006.

Neste trabalho, foram identificados 31 taxa, sendo 19 a nível específico, 2 a nível de gênero e 10 a nível de grupo (Tabela 1). Alguns dos organismos presentes com maior frequência foram os copépodes Calanoida *Acartia tonsa* (Figura 5A), *Pseudodiaptomus richardi* (Figura 5B) e *Notodiaptomus incompositus*, os copépodes Cyclopoida *Acanthocyclops robustus* (Figura 5C) e *Microcyclops furcatus*, (Figura 5D) além do Cladocera *Moina micrura* (Figura 5E). Junto a estes organismos, copepoditos das ordens Calanoida e Cyclopoida (Figura 5F) estiveram presentes em todas as amostras nos dois viveiros ao longo de todo período, sendo em alguns períodos os organismos mais abundantes.

Com relação à densidade média do zooplâncton total, os valores variaram entre 2 e 278 org.L⁻¹ no V1, enquanto que no V2 os valores estiveram entre 34 e 277 org.L⁻¹ (Figura 6). Mesmo com a ocorrência de 31 taxas ao longo do período de estudo, os valores de densidade podem ser atribuídos principalmente a seis espécies.

Tabela 1 – Frequência de ocorrência (FO) e densidades médias (DM) (org.m⁻³) dos taxa encontrados nas amostras

Taxa	V1		V2	
	FO (%)	DM	FO (%)	DM
Copépodes				
<i>Microcyclops furcatus</i>	100	1.194	92	3.357
<i>Acanthocyclops robustus</i>	87	2.504	75	1.408
<i>Pseudodiaptomus richardi</i>	87	868	100	3.030
<i>Notodiaptomus incompositus</i>	80	325	58	460
<i>Acartia tonsa</i>	80	265	42	14.957
<i>Ergasilus sp</i>	20	5	42	17
Harpaticoida não identificado 3	60	131	25	91
Copepoditos	100	40.439	100	86.115
<i>Euterpina acutifrons</i>	13	7	17	31
<i>Eucyclops ensifer</i>	27	48	--	
<i>Metacyclops mendocinus</i>	20	124	--	
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	20	5	33	96
<i>Apocyclops procerus</i>	--		50	486
<i>Ectocyclops rubescens</i>	13	1	--	
<i>Labidocera fluviatilis</i>	7	•	--	
<i>Temora turbinata</i>	7	•	--	
<i>Oithona nana</i>	13	1	--	
Harpaticoida não identificado 1	7	•	--	
Cyclopoida não identificado	--		83	3.781
Harpaticoida não identificado 2	7	•	--	
Cladóceros				
<i>Moina micrura</i>	80	52.090	67	43.758
<i>Simocephalus vetulus</i>	33	117	25	19
<i>Diaphanosoma Sarsi</i>	20	82	17	64
<i>Bosmina huaronensis</i>	7	2	--	
<i>Chydorus eurynotus eurynotus</i>	--		25	10

Continuação Tabela 1

Taxa	V1		V2	
	FO (%)	DM	FO (%)	DM
Outros				
Larva poliqueta bentônico	27	366	25	198
Larva de inseto	--		8	2
Náuplios de Cirripedia	13	1	--	
Cypris de Cirripedia	7	1	--	
Rotífero (<i>Brachionus</i>)	7	1	--	
Zoea de Decapoda	33	29	8	1

-- indica a não ocorrência da espécie.

• indica densidades menores que 1 org.m⁻³.

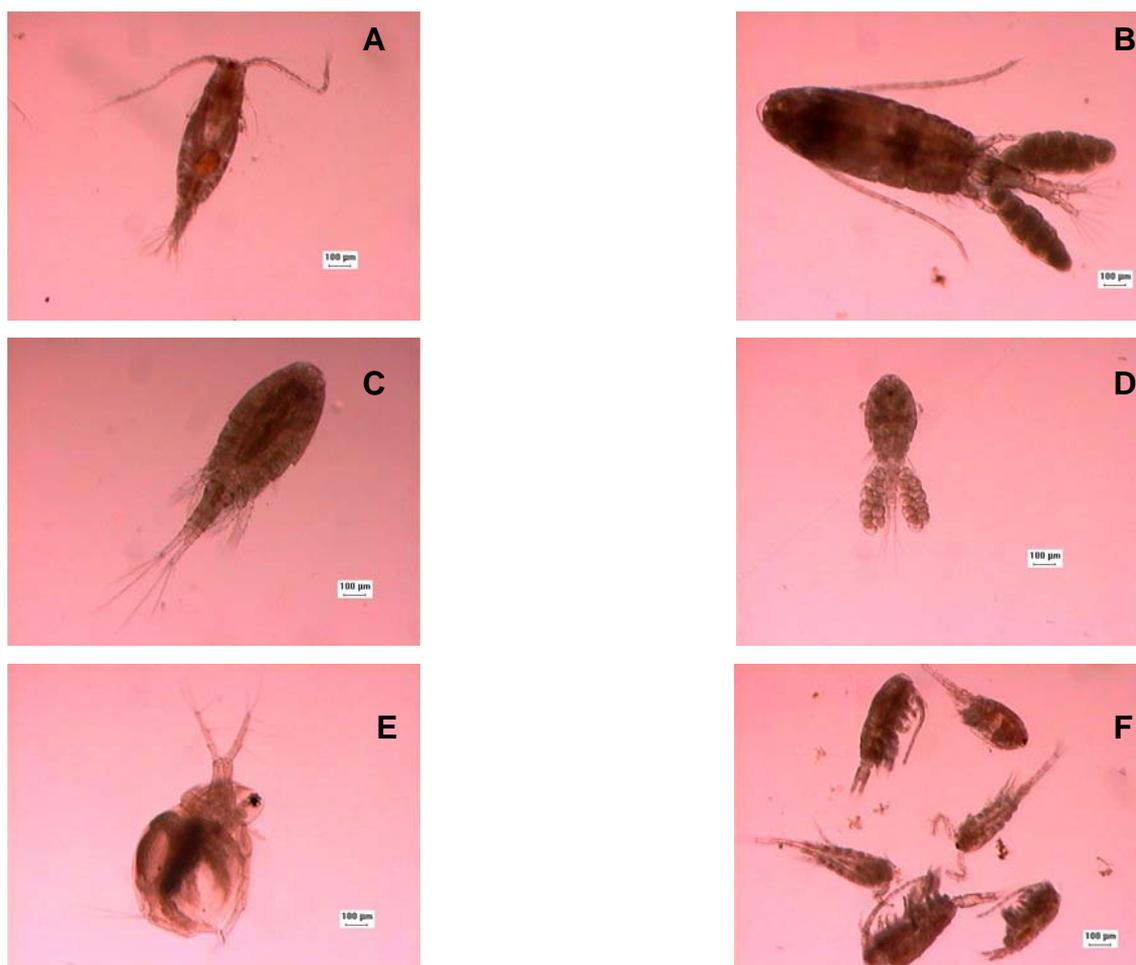


Figura 5. Principais organismos presentes nas amostras. A – *Acartia tonsa*, B – *Pseudodiaptomus richardi*, C – *Acanthocyclops robustus*, D – *Microcyclops furcatus*, E- *Moina micrura* e F- Copepoditos de Calanoida e Cyclopoida. Aumento 32x.

Destacou-se entre os organismos mais abundantes o cladócero *M. micrura* que atingiu maiores valores de densidade no início do período amostral, alcançando no V2 um pico de 213 org.L⁻¹ em 16/11/05 (Figura 7-A). As altas densidades registradas levaram ao aparecimento de efípios (Figura 7-B), que são os cistos de resistência produzidos pelos cladóceros.

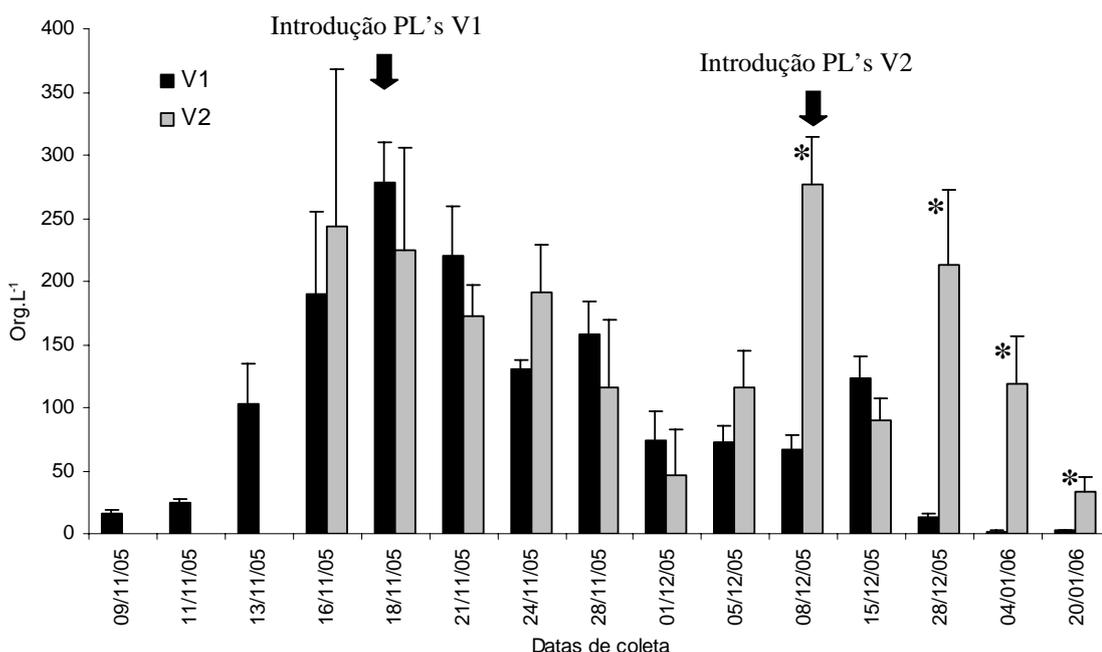


Figura 6. Densidade do zooplâncton total em org.L⁻¹ (média ± desvio padrão). * - indica diferenças significativas entre os viveiros (ANOVA - 2 vias, p<0,05).

Os copepoditos das duas ordens mais abundantes foram os organismos que mantiveram as densidades mais elevadas durante todo o período estudado, correspondendo a 98 % do zooplâncton total em alguns momentos, com densidades de 311 org.L⁻¹ (Figura 8). Os copépodes da ordem Cyclopoida *M.furcatus* e *A. robustus*, apresentaram suas maiores densidades entre 09/11/05 e 08/12/05, chegando a valores máximos de 13 org.L⁻¹ no dia 24/11/05 (Figura 9) e 8 org.L⁻¹ em 28/11/05 (Figura 10) respectivamente no V2.

Com o aumento da salinidade foi observada uma substituição de espécies, os organismos de origem limnífica foram gradativamente substituídos pelos copépodes *A. tonsa* e *P. richardi* mais adaptados a salinidades acima de 12. *P. richardi* atingiu

densidades máximas de 19 org.L⁻¹ (Figura 11) enquanto que *A. tonsa* atingiu valores de 92 org.L⁻¹ (Figura 12).

A substituição dos organismos de origem limnícia por organismos tipicamente estuarinos foi verificada com mais evidência no V2, onde ocorreu um aumento de salinidade mais acentuado (Figura 4), mantendo salinidades típicas do Estuário da Lagoa dos Patos por um período de tempo maior. Com o aumento de salinidade ocorrido entre 01/12/05 e 15/12/05, ocorreu uma diminuição da densidade de *M. micrura* (Figura 7), principal organismo de origem limnícia, e o aumento da densidade do copépode estuarino *A. tonsa* (Figura 12).

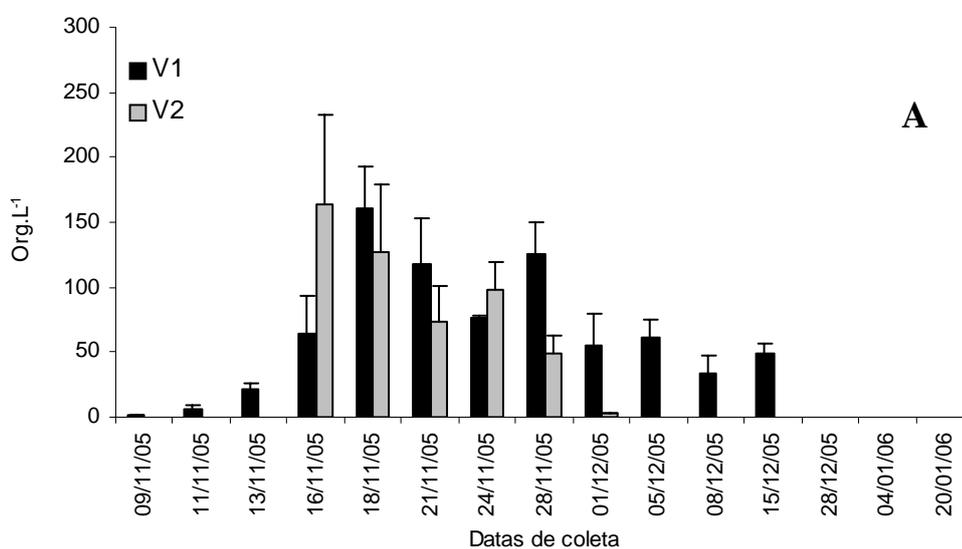


Figura 7. A – Densidade de *Moina micrura* em org.L⁻¹ (média ± desvio padrão), B – *Moina micrura* com efípio na câmara de incubação (à esquerda) e efípio (à direita).

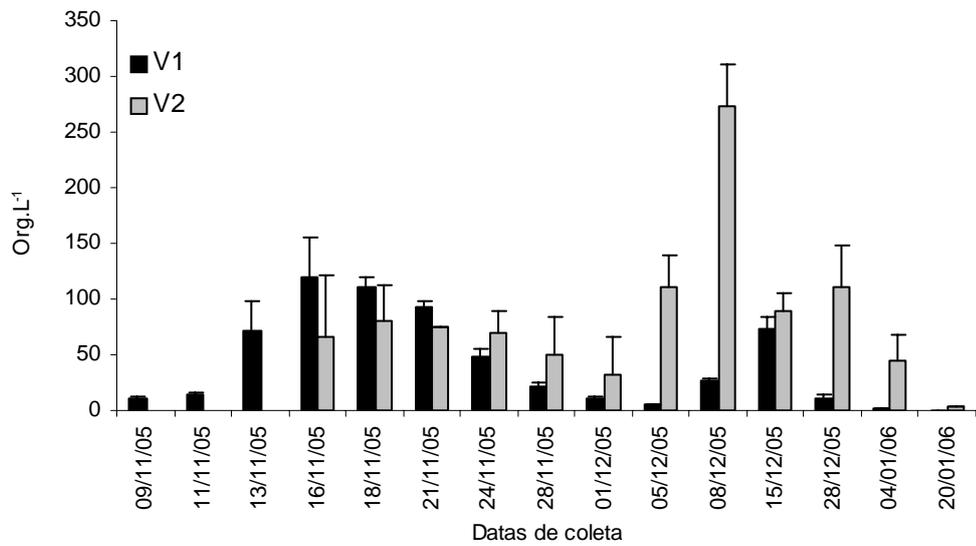


Figura 8 – Densidade média dos copepoditos em org.L⁻¹ (média ± desvio padrão).

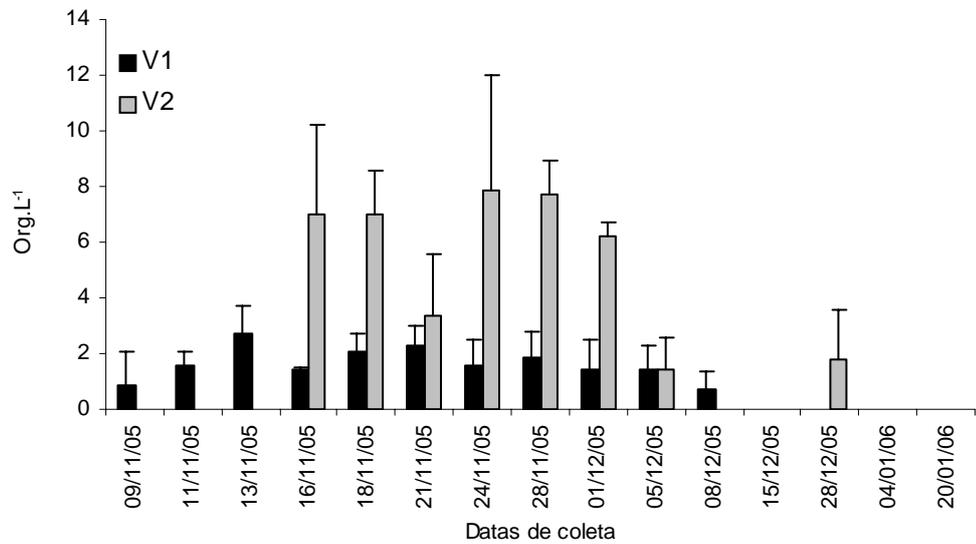


Figura 9. Densidade média de *Microcyclops furcatus* em org.L⁻¹ (média ± desvio padrão)

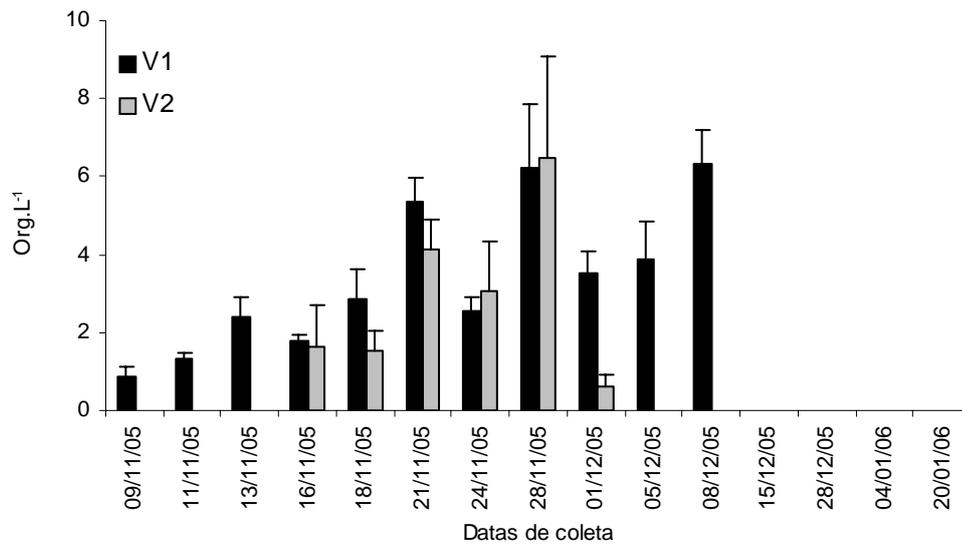


Figura 10. Densidade média de *Acanthocyclops robustus* em org.L⁻¹ (média ± desvio padrão)

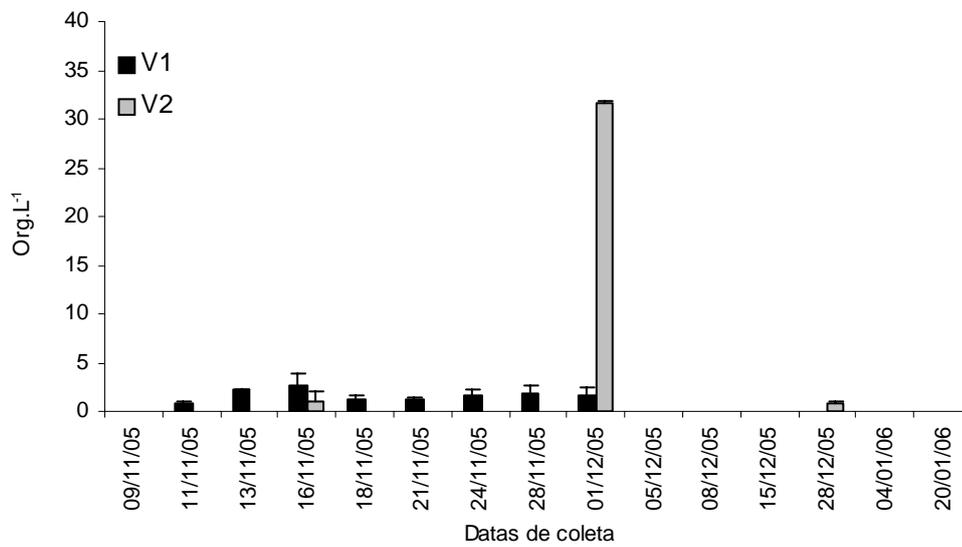


Figura 11. Densidade média de *Pseudodiaptomus richardi* em org.L⁻¹ (média ± desvio padrão)

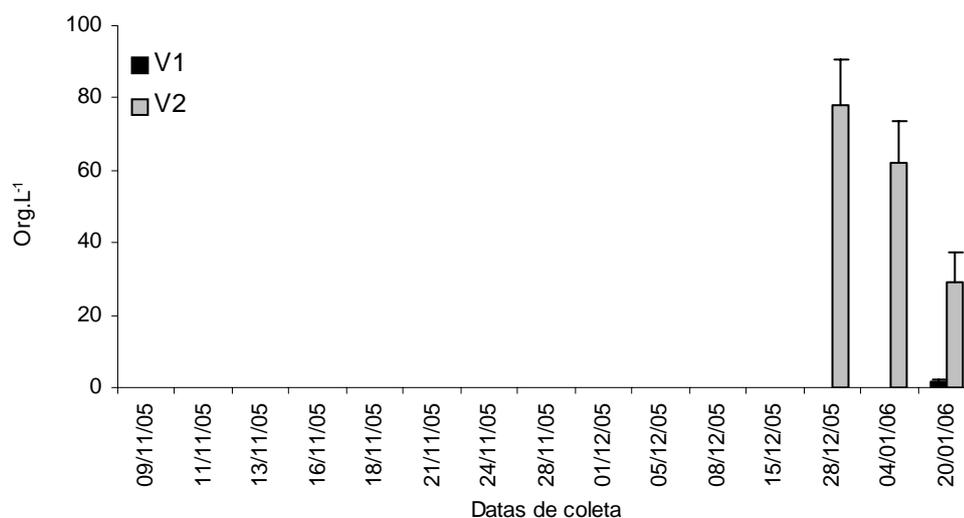


Figura 12. Densidade média de *Acartia tonsa* em org.L⁻¹ (média ± desvio padrão)

Os organismos mais freqüentes durante o período de estudo estão distribuídos em faixas de tamanho diferentes, desde pequenos copepoditos com 490 µm de comprimento total (prossoma+urossoma), até grandes copépodes com 1,4 mm de comprimento total (Tabela 2).

Tabela 2 – Principais medidas (média ± desvio padrão) dos organismos mais freqüentes. Para os copépodes CT – Comprimento total (Prossoma + Urossoma), CP – Comprimento Prossoma, L – Largura. * Para *Moina micrura* CT corresponde a medida entre o final da carapaça e a extremidade da cabeça.

Taxa	CT (µm)	CP (µm)	L (µm)
<i>P. richardi</i>	1.387 ± 65	924 ± 42	343 ± 24
<i>A. robustus</i>	1.085 ± 133	702 ± 76	415 ± 37
<i>A. tonsa</i>	938 ± 96	735 ± 71	249 ± 18
<i>M. furcatus</i>	828 ± 87	538 ± 78	311 ± 35
Copepoditos (Calanoida e Cyclopoida)	580 ± 90	425 ± 62	172 ± 23
<i>M. micrura</i>	716 ± 69 *	--	--

Os valores de peso úmido registrados seguiram o padrão apresentado pelos valores de densidade, variando de 0,23 a 21,70 g.m⁻³ no V1 e de 1,28 a 20,43 g.m⁻³ no V2 (Figura 13), coincidindo os maiores valores de densidade registrados para V1 no dia 18/11/05, com o maior valor de peso úmido neste viveiro. Já no V2, o maior valor de

densidade registrado ocorreu no dia 08/12/05, entretanto o maior valor de peso úmido foi registrado no dia 24/11/05. No dia em que se registrou a maior densidade em V2, foi obtido um dos menores valores de peso úmido, em torno de 4 g.m^{-3} . Este fato pode estar relacionado com o tamanho dos organismos dominantes no momento (Copepoditos de Calanoida e Cyclopoida).

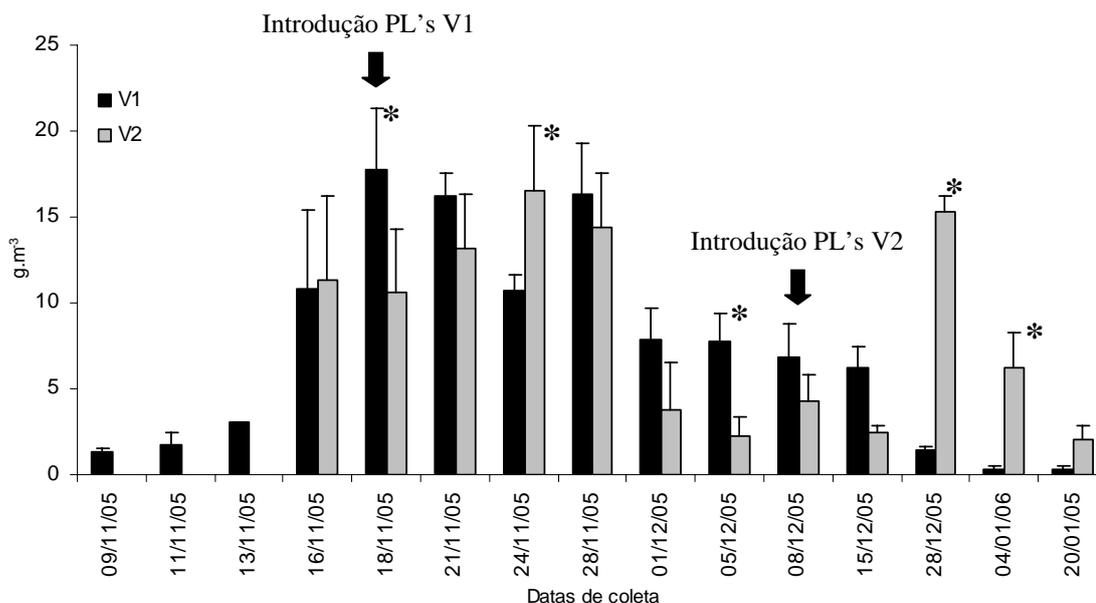


Figura 13. Biomassa em peso úmido em g.m^{-3} do zooplâncton total para V1 e V2. * - indica diferenças significativas entre os viveiros (ANOVA – 2 vias, $p < 0,05$)

Os valores médios de biomassa em termos de peso seco ao longo do período estudado foram de $1,02 \text{ g.m}^{-3}$ no V1, onde o valor máximo observado foi de $2,42 \text{ g.m}^{-3}$ e o mínimo de $0,10 \text{ g.m}^{-3}$. Para V2, a média ao longo do período de estudo foi de $1,23 \text{ g.m}^{-3}$, com um valor máximo de $2,72 \text{ g.m}^{-3}$ e mínimo de $0,53 \text{ g.m}^{-3}$ (Figura 14).

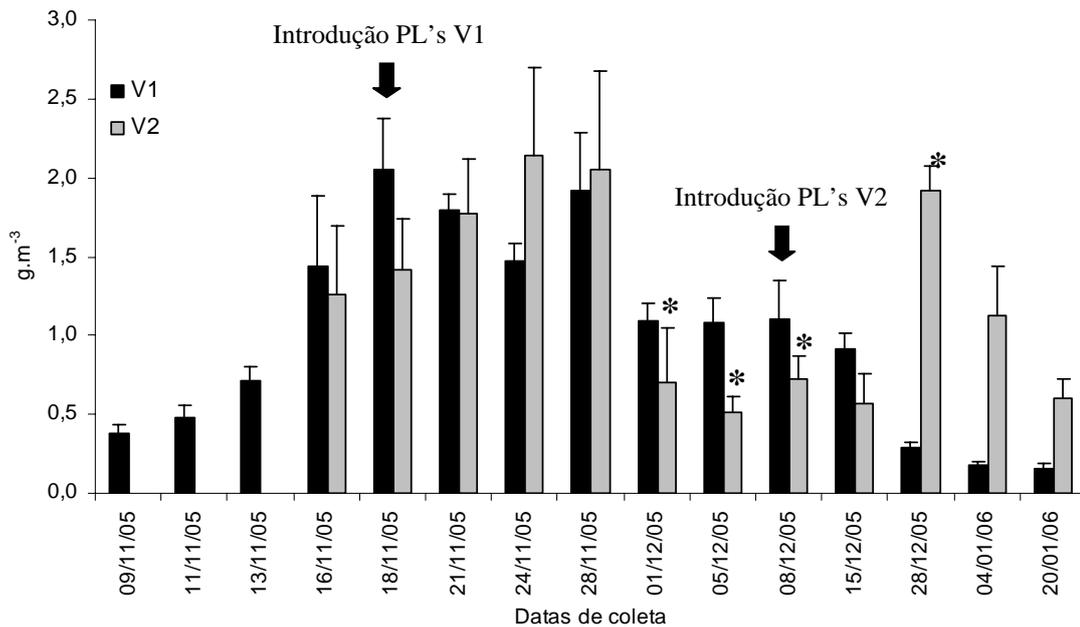


Figura 14. Biomassa em peso seco em g.m^{-3} do Zooplâncton total para V1 e V2. * - indica diferenças significativas entre os viveiros (ANOVA – 2 vias, $p < 0,05$).

5. Discussão

As variações apresentadas pela salinidade nos dois viveiros ao longo deste estudo refletem as condições da região de captação, o Estuário da Lagoa dos Patos, onde podem ocorrer variações diárias e sazonais de salinidade (Niencheski & Baumgarten, 1997). Com um percentual de renovação de água de 10 % por semana, associado a perdas por evaporação, houve um aumento gradual nos valores de salinidade dos dois viveiros.

A temperatura se manteve praticamente constante durante todo o período, provavelmente devido às temperaturas mais elevadas que ocorrem nos períodos de verão. Os valores de oxigênio dissolvido encontrados neste estudo indicaram que este parâmetro não foi limitante para os organismos, uma vez que os valores mínimos encontrados foram 6 mg.L^{-1} .

O pH foi elevado para os dois viveiros, no viveiro1 podendo ser reflexo do tipo de solo, que apresentava grande quantidade de matéria orgânica. No viveiro 2, os valores foram sempre superiores a 8, mesmo sendo um viveiro com sedimento arenoso.

Este fato pode ser reflexo da adição inicial de calcário, prévia a inundação dos viveiros ou também, pode estar relacionado à atividade dos produtores primários, visto que alguns autores atribuem elevados valores de pH em ambientes como viveiros, a uma alta atividade fotossintética (Decamp et al., 2003).

A composição de espécies encontrada nos viveiros apresentou no início do estudo, organismos de origem limnícia, como *N. incompositus* e *M. micrura* e, com o aumento na salinidade, houve uma substituição por espécies de origem marinha, como o caso de *Euterpina acutifrons* e *A. tonsa* (Montú et al., 1997). Apesar das diferentes origens, estas espécies podem ser consideradas eurihalinas verdadeiras, por serem encontradas no estuário da Lagoa dos Patos em intervalos de salinidade desde 0 até 35 (Montú, 1980). Todas as espécies identificadas já haviam sido registradas na região do estuário da Lagoa dos Patos (Montú, 1980; Montú et al., 1997).

Os valores de densidade observados nos viveiros foram superiores aos encontrados no estuário da Lagoa dos Patos, onde o maior pico registrado foi de 40 org.L⁻¹ no verão (Montú et al. 1997). Neste estudo densidades médias de 96 org.L⁻¹ no viveiro 1, e 158 org.L⁻¹ no viveiro 2, mostraram que nestes ambientes semi-fechados, o zooplâncton pode encontrar condições favoráveis para reprodução e crescimento, mesmo sabendo-se que há predação do camarão sobre estes organismos. Os valores de densidade verificados neste estudo são os maiores registrados para a região até o momento.

A redução de densidade zooplanctônica registrada no viveiro 1 a partir da introdução das PL's de camarão, representa um forte indício de predação sobre o zooplâncton, uma vez que a salinidade, um dos parâmetros que regula a composição e a densidade do zooplâncton, não apresentou variações bruscas. A liberação das PL's de camarão no viveiro 2, também parece ter levado a uma redução na densidade do zooplâncton total, reforçando a idéia de que nos primeiros dias da fase de engorda, o zooplâncton é um importante item alimentar na dieta das PL's nos viveiros (Martinez-Cordova et al. 1997; Rothlisberg, 1998; Martinez-Cordova et al. 2002).

Além desta evidência, as pós-larvas parecem ter exercido predação seletiva sobre o zooplâncton, pois para ambos os viveiros foi observada uma redução acentuada na densidade de copepoditos, logo após a liberação das PL's, sugerindo uma preferência por organismos nesta faixa de tamanho (580 µm). Este fato ficou mais evidente no

viveiro 2, onde os copepoditos representavam mais de 90 % do zooplâncton total, e tiveram sua densidade reduzida em 50 % logo após a introdução das pós-larvas.

Porém, há de se ressaltar que no período de introdução das pós-larvas no viveiro 1, o viveiro 2 também apresentou uma queda drástica na densidade zooplanctônica mesmo com a ausência de pós-larvas. Neste caso, o fator causador do declínio do zooplâncton, pode ter sido a superpopulação de cladóceros, visto que um dos organismos mais abundantes neste viveiro, *M. micrura*, apresentava a formação de ovos de resistência (efípios), que indicam condições desfavoráveis para o crescimento populacional. A formação destes ovos de resistência pode estar relacionada a fatores como aumento da população, pouca disponibilidade de alimento e variações nas condições ambientais, que levam as populações de cladóceros a produzirem efípios através de reprodução sexuada (Margalef, 1983; He et al. 2001). Como não houve variações bruscas nos parâmetros físico-químicos no período, a queda na população de cladóceros no viveiro 2, pode ter ocorrido devido ao esgotamento dos recursos alimentares causado pela elevada densidade de organismos.

Portanto, deve-se ter cautela na interpretação de resultados relacionados com a variação de abundância do zooplâncton em viveiros de camarão, pois além da pressão de predação causada pelas pós-larvas, as reduções e aumentos de densidade zooplanctônica, podem estar relacionadas com processos de sucessão natural em ambientes recém colonizados. Espécies oportunistas podem apresentar explosões populacionais que levam ao rápido esgotamento da capacidade suporte do sistema, ocorrendo então um colapso da população. Esta sucessão ocorre até que haja uma estabilização do sistema, com as espécies presentes ocupando seus nichos dentro deste ambiente (Odum, 1986).

Os valores de densidade do zooplâncton em viveiros de cultivo de camarão estão relacionados com as condições do local onde se realiza o estudo, visto que trabalhos anteriores obtiveram valores inferiores aos encontrados neste estudo (Preston et al. 2003; Coman et al. 2003), enquanto outros trabalhos apresentaram valores mais elevados de densidade (Coman et al., 2006), chegando a atingir picos de densidade em torno de 840 org.L⁻¹ (Martinez-Córdova & Peña-Messina, 2005). Este fato provavelmente está ligado a quantidade e qualidade do alimento disponível para o zooplâncton nos viveiros.

Além da influência local, o crescimento do zooplâncton em viveiros de cultivo, pode ser estimulado através de fertilizações, como as utilizadas durante a fase de engorda do camarão. A adição de uréia e superfosfato triplo favorece o aumento da biomassa fitoplanctônica (Barbieri & Ostrensky, 2002). Já o uso de indutores orgânicos, pode promover o aumento das comunidades de flagelados e ciliados nos viveiros. Com este aumento dos produtores primários e do protozooplâncton, densidades de até 15.000 org.L⁻¹ e valores de biomassa de 39.2 g.m⁻³, foram obtidos em viveiros de camarão, o que resultou em aumento de peso e melhora na taxa de conversão do alimento (Martinez-Cordova et al., 2002).

Os elevados valores de biomassa encontrados neste estudo indicam que nestes ambientes semi-fechados, com pouca renovação de água, podem ser obtidas elevadas densidades do zooplâncton, aumentando a disponibilidade de alimento para as pós-larvas de *L. vannamei* cultivadas na região sul do Brasil.

6. Comentários Finais

Como demonstrado através dos resultados, o zooplâncton presente nos viveiros de camarão, pode ser uma fonte de alimento em potencial para as pós-larvas no início do período de engorda. Além disso, a elevada produção zooplanctônica dos viveiros, poderia também ser explorada de outras formas no sul do Brasil.

A ocorrência de baixas temperaturas na região, durante o outono e inverno inviabilizam a produção de camarão, entretanto nestes viveiros poderiam ser realizadas fertilizações com uréia e superfosfato triplo para a indução do crescimento do fitoplâncton, e conseqüente aumento da disponibilidade de alimento para o zooplâncton, o que produziria grande quantidade de organismos, em diversas faixas de tamanho.

Estes organismos poderiam ser então coletados de forma seletiva ou não, de acordo com o uso pretendido e poderiam ser utilizados como alimento vivo, em estruturas de cultivo mantidas em estufas, ou também serem armazenados na forma de biomassa congelada. Esta biomassa poderia ser utilizada em larviculturas que hoje utilizam náuplios de artemia como principal fonte de alimento para larvas de peixes e camarões, substituindo total ou parcialmente este organismo que pode atingir preços elevados no mercado mundial.

O uso do zooplâncton dos viveiros como fonte de alimento vivo em larviculturas pode ser combinado com o uso de organismos mantidos em cultivos intensivos (Payne & Rippingale 2001; Bersano 2003), como copépodes, uma vez que estes não conseguem suprir a demanda de grandes larviculturas. A associação dos dois métodos de cultivo pode tornar viável a utilização do zooplâncton como substituto de rotíferos e náuplios de artemia.

Uma outra utilização do zooplâncton de viveiros de cultivo de camarão, seria seu uso na aquariofilia, onde os organismos poderiam ser comercializados vivos e administrados como alimento para as mais diversas espécies de peixes ornamentais, vindo a ser um alimento rico nutricionalmente e com faixa de tamanho bastante variável. Estudos futuros poderão testar a viabilidade destes empreendimentos que seriam uma forma de renda complementar para os produtores de camarão da região sul do Rio Grande do Sul.

7. Referências bibliográficas

- ANDERSON, RK, PL PARKER, A LAWRENCE. 1987. A $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ tracer study of the utilization of presented feed by a commercial important shrimp *Penaeus vannamei* in a pond growout system. *Journal of the World Aquaculture Society* 18(3), 148-156.
- BARBIERI, RCJ, A. OSTRENSKY. 2002. Técnicas para preparação dos viveiros. In: BARBIERI, RCJ, OSTRENSKY, A. (Eds.), *Camarões Marinheiros – Engorda*, Volume 2. *Aprenda Fácil*, Brasil. pp 121-152.
- BEERS, JR. 1976. Determination of zooplankton biomass. In: STEEDMAN, HF (Ed.), *Zooplankton fixation and preservation*, *Monographs on Oceanographic Methodology*. UNESCO, Paris, pp 35-86.
- BERSANO, JGF. 2003. Intensive cultivation of the calanoid copepod *Acartia tonsa*: a potential source of live food for aquaculture. In: *Annual Meeting of the World Aquaculture Society*, 1. Salvador. 2003. *Book of Abstracts*. Salvador, BA. p. 95 (Resumo estendido).
- BOLTOVSKOY, D. 1981. Submuestro. In: D. BOLTOVSKOY (Ed.), *Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo con el zooplancton marino*. Publ. Esp. INIDEP, Mar del Plata, Argentina, 143-146.

- BRAY, WA, AL LAWRENCE, JR LEUNG-TRUJILIO. 1993. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei* with observations in the interaction of IHNV virus and salinity. *Aquaculture* 122, 137-146.
- BRITO, R, M-E CHIMAL, C ROSAS. 2000. Effect of salinity in survival, growth, and osmotic capacity of early juveniles of *Farfantepenaeus brasiliensis* (decapoda: penaeidae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 244, 253-263.
- CHEN, Y-L L, H-Y CHEN. 1992. Juvenile *Penaeus monodon* as effective zooplankton predators. *Aquaculture* 103: 35-44.
- COMAN, FE, RM CONNOLY, NP PRESTON. 2003. Zooplankton and epibenthic fauna in shrimp ponds: factors influencing assemblage dynamics. *Aquaculture Research* 34: 359-371.
- COMAN, FE, RM CONNOLY, NP PRESTON. 2006. Effects of water exchange and abiotic factors on zooplankton and epibenthic fauna in shrimp ponds. *Aquaculture Research* 37: 1387-1399.
- DECAMP, O, J CODY, L CONQUEST, G DELANOY, AGJ TACON. 2003. Effect of salinity on natural community and production of *Litopenaeus vannamei* (Boone), within experimental zero-water exchange culture systems. *Aquaculture Research* 34: 345-355.
- DELBARE, D, P DHERT, P LAVENS. 1996. Zooplankton. In: Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. p: 252-281.
- DURBIN, EG, AG DURBIN. 1978. Length and weight relationships of *Acartia clausi* from Narragansett Bay, R. I. *Limnol. Oceanogr.*, 23 (5), 958-969.
- FAO, 2004. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO Fisheries Department. Rome, Italy.
- GARCIA, CAE. 1997. Hydrographic Characteristics. In: SEELIGER, U, ODEBRECHT, C, CASTELLO, JP (Eds.), *Subtropical Convergence Environments*. Springer, Germany, pp. 18-20.
- HE, ZH, JG QIN, Y WANG, H JIANG, Z WEN. 2001. Biology of *Moina mongolica* (Moinidae, Cladocera) and perspective as live food for marine fish larvae: review. *Hydrobiologia* 457: 25-37.
- HELLAND, S, BF TERJESEN, L BERG. 2003. Free amino acid and protein content in the planktonic copepod *Temora longicornis* compared to *Artemia franciscana*. *Aquaculture* 215: 213-228.
- MARGALEF, R. 1983. Zooplankton. In: MARGALEF, R (Ed.), *Limnología*. Omega, España, pp. 331-404.

- MARTINEZ-CORDOVA, LR, R BARRAZA, N PASTEN. 1997. Abundance, composition and nutritional contribution of zooplankton in fertilized and unfertilized shrimp aquaculture ponds with different feeding rates. *Journal of Aquaculture in the Tropics* 12(1): 23-34.
- MARTINEZ-CORDOVA, LR, A CAMPAÑA-TORRES, MA PORCHAS-CORNEJO. 2002. Promotion and contribution of biota in low water exchange ponds farming blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson). *Aquaculture Research* 33: 27-32.
- MARTINEZ-CORDOVA, LR, E PEÑA-MESSINA. 2005. Biotic communities and feeding habits of *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) and *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson 1974) in monoculture and polyculture semi-intensive ponds. *Aquaculture Research* 1-10.
- MONTÚ, M. 1980. Zooplâncton do Estuário da Lagoa dos Patos. Estrutura e variações temporais e espaciais da comunidade. *Atlântica* 4:53-72.
- MONTÚ, M., AK DUARTE, IM GLOEDEN. 1997. Zooplankton. In: SEELIGER, U, ODEBRECHT, C, CASTELLO, JP (Eds.), *Subtropical Convergence Environments*. Springer, Germany, pp. 40-43.
- NIENCHESKI, LFH, MG BAUMGARTEN. 1997. Environmental Chemistry. In: SEELIGER, U, ODEBRECHT, C, CASTELLO, JP. (Eds.), *Subtropical Convergence Environments*. Springer, Germany, pp. 20-24.
- NUNES, AJP, TCV GESTEIRA, S GODDARD. 1997. Food ingestion and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. *Aquaculture* 149: 121-136.
- ODUM, EP. 1986. Dinâmica de Populações. In: ODUM, EP. (Ed.), *Ecologia*. Guanabara, Brasil, pp. 187-232.
- PAYNE, MF, RJ RIPPINGALE, RB LONGMORE. 1998. Growth and survival of juvenile pipefish (*Stigmatopora argus*) fed live copepods with high and low HUFA content. *Aquaculture* 194: 137-150.
- PAYNE, MF, RJ RIPPINGALE. 2000. Rearing West Australian seahorse, *Hippocampus subelongatus*, juveniles on copepod nauplii and enriched Artemia. *Aquaculture* 188: 353-361.
- PAYNE, MF, RJ RIPPINGALE. 2001. Intensive cultivation of the calanoid copepod *Gladioferens imparipes*. *Aquaculture* 201: 329-342.
- PONCE-PALAFOX, J, CA MARTINEZ-PALACIOS, LG ROSS. 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. *Aquaculture* 157: 107-115.

- PRESTON, NP, FE COMAN, VM FRY. 2003. Shrimp pond zooplankton dynamics and the efficiency of sampling effort. *Aquaculture Research* 34: 373-381.
- ROTHLISBERG, PC. 1998. Aspects of penaid biology and ecology of relevance to aquaculture: a review. *Aquaculture* 164: 49-65.
- SARGENT, JR, LA McEVOY, JG BELL. 1997. Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine larval feeds. *Aquaculture* 155: 117-127.
- SCHIPP, GR, JMP BOSMANS, AJ MARSHALL. 1999. A method for hatchery culture of tropical calanoid copepods, *Acartia* spp. *Aquaculture* 174: 81-88.
- STOTTRUP, JG, NH NOSKER. 1997. Production and use of copepods in marine fish larviculture. *Aquaculture* 155: 231-247.
- WATANABE, T, C KATAJIMA, S FUJITA. 1983. Nutritional value of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. *Aquaculture* 34: 115-143.