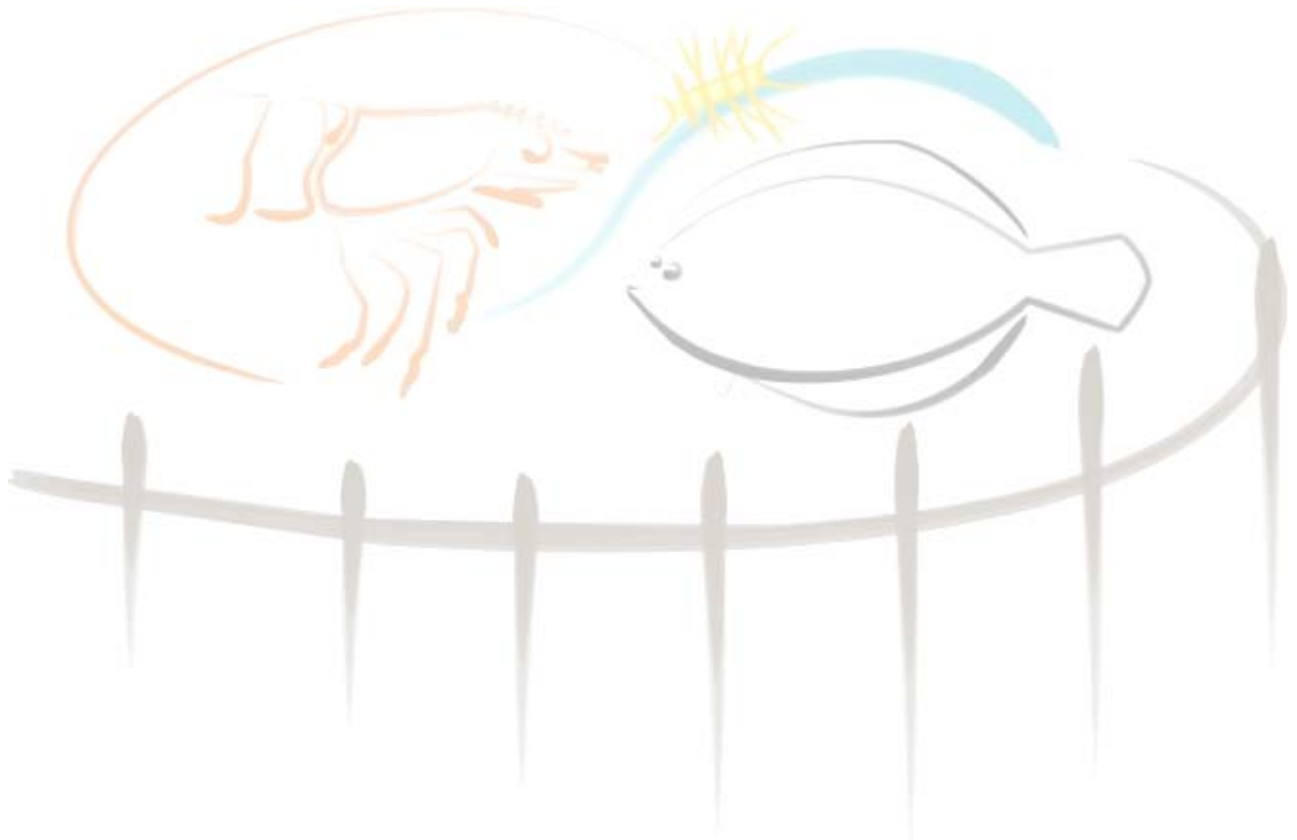




FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA



***AVALIAÇÃO DO USO DE SUBSTRATO DE AREIA EM
TANQUES DE MATURAÇÃO DO CAMARÃO-ROSA
Farfantepenaeus paulensis (Pérez-Farfante, 1967)***

CINTIA LABUSSIÈRE NAKAYAMA

**FURG
RIO GRANDE, RS
2006**

Fundação Universidade Federal do Rio Grande
Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura

AVALIAÇÃO DO USO DE SUBSTRATO DE AREIA
EM TANQUES DE MATURAÇÃO DO CAMARÃO-ROSA
Farfantepenaeus paulensis (Pérez-Farfante, 1967)

Cintia Labussière Nakayama

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

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo O. Cavalli

Co-orientador: Prof. Dr. Silvio Peixoto

Rio Grande - RS - Brasil

Agosto, 2006

ÍNDICE

Dedicatória.....	iv
Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
1- Introdução.....	1
2- Objetivo.....	5
3- Material e Métodos.....	6
3.1- Análises bioquímicas.....	9
3.2- Índice de condição corporal.....	10
3.3- Tratamento dos dados.....	12
4- Resultados.....	13
4.1- Qualidade de água.....	13
4.2- Performance reprodutiva.....	13
4.3- Índice de condição corporal.....	17
4.4- Análises bioquímicas.....	17
5- Discussão.....	20
6- Referências.....	25

**Dedico este trabalho a meu
pai Takeshi e meus irmãos
Tatiana e Miguel**

AGRADECIMENTOS

A Aquele que tudo criou primeiramente.

A meu pai, Takeshi e meus irmãos, Tatiana e Miguel por todo apoio incondicional.

À família Nakayama.

A Ronaldo Cavalli pela orientação, força, amizade, paciência e confiança desde sempre.

A Silvio Peixoto pela co-orientação, ensinamentos e paciência.

A Ricardo Robaldo pela amizade, orientação, apoio, ensinamentos e pelos momentos de diversão.

A Adalto Bianchini pelas análises bioquímicas.

Aos professores Wilson Wasielesky e Wagner Valenti pela presença na banca examinadora e suas contribuições para o melhoramento da dissertação.

A Thiago Gralha e Carol pelos dias de contagem dos minúsculos ovos.

A Ricardo e Marcelo Okamoto, meus irmãos de coração, pela amizade, companheirismo nestes anos sobre o mesmo teto.

Aos meus amigos de laboratório e de Cassino Bruna, Charles, Diana e Roberta, pelas horas de trabalho, conselhos, diversão e momentos difíceis também.

A todos os funcionários, colegas e ex-colegas da EMA, galera do Cassino e à minha cachorrinha e companheira Kenna.

Ao Tiago pelo carinho e paciência nesta fase final.

Meu muito Obrigada a todos vocês!!!

RESUMO

Em condições de laboratório, os reprodutores de camarão são geralmente mantidos em tanques de fundo rígido (concreto ou fibra de vidro). Esta prática, no entanto, pode afetar o desempenho reprodutivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* devido ao forte hábito de enterramento que esta espécie apresenta. Em vista disso, reprodutores selvagens foram mantidos durante 50 dias em tanques de maturação com e sem substrato de areia e avaliados quanto a sua performance reprodutiva, condição física corporal e composição bioquímica de tecidos (hepatopâncreas e ovário), hemolinfa e ovos. Após sete dias de aclimatação, os adultos capturados no litoral de Santa Catarina foram distribuídos na densidade de 7/m² (relação macho: fêmea de 1: 1,3) em tanques com 10 m² de área de fundo e as fêmeas sofreram a ablação unilateral do pedúnculo ocular. Não foram observadas diferenças significativas quanto à performance reprodutiva, embora as fêmeas do tanque de fundo rígido tenham apresentado maior número de desovas e conseqüentemente mais ovos. Esta tendência não se manteve em termos de produção de náuplios, pois os camarões do tanque com substrato de areia apresentaram desovas fertilizadas ao longo do experimento diferentemente do tanque de fundo rígido, que apresentou desovas fertilizadas apenas nos primeiros 15 dias de experimento. Estes resultados indicam uma possível relação entre o tipo de substrato e o sucesso da cópula desta espécie em cativeiro. A condição corporal dos machos melhorou ao final do experimento independentemente do tratamento. Por sua vez, as fêmeas mantidas em fundo rígido pioraram sua condição corporal, enquanto as do tanque com substrato mantiveram suas condições físicas e apresentaram maior sobrevivência. Os resultados das análises bioquímicas de tecidos, hemolinfa e ovos não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Apesar de não afetar significativamente a composição bioquímica e a performance dos reprodutores, o uso de substrato arenoso em tanques de maturação resultou em um aumento da sobrevivência e em uma melhor condição corporal das fêmeas. Adicionalmente, foi observado um aumento no sucesso da cópula. Os resultados deste estudo recomendam o uso de substrato arenosos nos tanques de maturação de *F. paulensis*, embora isto possa significar maiores dificuldades na seleção de fêmeas maduras e na limpeza dos tanques.

ABSTRACT

Under laboratory conditions, broodstock of penaeid shrimp are usually maintained in hard-bottom tanks (concrete or fiberglass). This practice, however, may affect the reproductive performance of *Farfantepenaeus paulensis* as this species has a strong burrowing behavior. With this in mind, wild-caught broodstock maintained for 50 days either in hard-bottom maturation tanks or in tanks provided with a sand substrate were evaluated in terms of reproductive performance, physical condition, and biochemical composition of tissues (hepatopancreas and ovary), hemolymph and eggs. After a seven day acclimation period, shrimp were stocked in 10m² tanks at a density of 7 individuals per m² (male to female ratio of 1: 1.3). Females were then unilaterally eyestalk ablated. No differences in reproductive performance were observed, but females from the hard-bottom tank presented a higher number of spawns and consequently more eggs were produced. This trend, however, was not observed in terms of total nauplii produced as these females spawned fertilized only in the first two weeks of the experiment, while those in the tank provided with sand substrate produced fertilized spawns throughout the experimental period. This indicates a possible relationship between tank bottom type and mating success in this species. Regardless of treatment, the physical condition of males improved at the end of the experiment. On the other hand, physical condition of females maintained in hard-bottom tanks deteriorated, while those from the tank with substrate presented no significant changes. Survival of females from the tank with substrate was also comparatively higher. Biochemical analysis of tissues, hemolymph and eggs presented no significant differences between treatments. Although having no significant effect on broodstock performance and biochemical composition, the use of sand substrate in maturation tanks improved the survival and physical condition of females, and resulted in a higher mating success. Therefore, results from the present study recommend the use of sand substrates in maturation tanks of *F. paulensis*, though this may make it more difficult to select ready-to-spawn females and to clean tanks.

1- INTRODUÇÃO

Iniciadas há mais de duas décadas, as pesquisas com o camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* vem desenvolvendo e aprimorando cada vez mais as técnicas de cultivo desta espécie de interesse sócio-econômico, principalmente para a região do estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul.

F. paulensis apresenta diversos atributos favoráveis ao seu cultivo. O fato de sua distribuição ocorrer ao longo da costa sul da Bahia até litoral norte da Argentina (D’Incao 1995) permite o crescimento em temperaturas relativamente baixas quando comparadas a outras espécies (Oliveira *et al.* 1993, Peixoto *et al.* 2003a). Além disso, o domínio das técnicas de produção das pós-larvas (Marchiori 1996), a preferência do mercado japonês (Usuki 2001) e o seu alto valor são características importantes para sua aceitação no mercado.

Ao longo dos anos, diversos trabalhos vêm sendo realizados com esta espécie em todos os segmentos referentes ao processo de cultivo, incluindo biologia e comportamento (Iwai 1978, Saint-Brisson 1985, D’Incao 1995), maturação sexual (Beltrame & Andreatta 1991, Beltrame *et al.* 1991, Reis *et al.* 1998, Peixoto *et al.* 2005), nutrição (Fróes 2006, Abe 2006), larvicultura (Martins *et al.* 2006), qualidade de água (Cavalli *et al.* 1996, Cavalli *et al.* 1998, Peixoto *et al.* 2003a), entre outros.

Na fase adulta, esta espécie é capturada na plataforma costeira que se estende do Rio de Janeiro à Santa Catarina. Os estuários funcionam como berçários, onde as pós-larvas crescem e atingem peso comercial em poucos meses (D’Incao 1995), notadamente no estuário da Lagoa dos Patos, RS, onde a captura de camarões juvenis é realizada pelos pescadores artesanais (D’Incao *et al.* 2000).

Desde os anos 80, a região estuarina da Lagoa dos Patos vem apresentando um declínio da pesca, sendo esta caracterizada atualmente como de subsistência (Reis & D’Incao 2002). Tentando minimizar esta situação, o cultivo do camarão-rosa vem se tornando uma prática alternativa, seja em projetos de cultivo em cercados (Wasielesky *et al.* 2002), gaiolas ou tanques-rede (Preto *et al.* 2005) ou em viveiros de terra (Peixoto *et al.* 2003a).

Para o sucesso do cultivo de peneídeos se faz necessária a produção de pós-larvas de qualidade em laboratório. Entre vários outros fatores, a qualidade é dependente da performance reprodutiva das fêmeas (Arcos *et al.* 2003). A qualidade dos ovos pode ser relacionada à sua composição bioquímica, sobretudo com os lipídios, que

atuam como principal fonte de energia. A eclosão e o desenvolvimento dos náuplios até o primeiro estágio de protozoa correspondem ao período não alimentar, sendo então dependente dos nutrientes armazenados nos ovócitos durante a maturação das gônadas (Palacios *et al.* 1999).

Segundo Browdy (1998), para se alcançar o sucesso no cultivo é necessário que se conheçam os hábitos, comportamentos, exigências nutricionais, biologia reprodutiva, entre outros conhecimentos sobre os reprodutores. Bray & Lawrence (1992) e Browdy (1992) citam que a infra-estrutura física dos sistemas de maturação pode estar associada à performance reprodutiva e ao sucesso da produção de pós-larvas de camarão em cativeiro. Um dos parâmetros que pode afetar a performance reprodutiva é o uso do substrato de areia nos tanques de maturação, principalmente para as espécies de tético fechado (Primavera 1985, Bray & Lawrence 1992) que apresentam hábito de enterramento.

As espécies de camarão peneídeos podem ser classificadas conforme a estrutura do receptáculo seminal das fêmeas (Primavera 1985). Este receptáculo, conhecido como tético, fica localizado entre o quarto e quinto par de pereiópodos. Se a estrutura do tético for formada por depressões abertas, a espécie será denominada de tético aberto, mas se o tético for formado por duas placas que enrijecem e se fecham gradativamente após a ecdise (muda), este camarão pertencerá ao grupo conhecido como de tético fechado (Dall *et al.* 1990). *Marsupenaeus japonicus*, *Penaeus monodon*, *Farfantepenaeus subtilis* e *F. paulensis* são exemplos de espécies de tético fechado, enquanto *Litopenaeus vannamei* e *Litopenaeus schimitti* possuem tético aberto.

Além da estrutura morfológica reprodutiva secundária, Dall *et al.* (1990) apontam que estes grupos apresentam outras diferenças, como a seqüência de ocorrência dos eventos de muda, corte, cópula, desenvolvimento gonadal e desova. Nas espécies de tético fechado, a cópula ocorre logo após a muda, enquanto a fêmea ainda se encontra com a carapaça mole. Assim, as placas que formam o receptáculo seminal também se encontram flexíveis, permitindo desta forma a introdução do espermatóforo. Poucas horas após a muda, a carapaça endurece e o tético enrijecido já não possibilita a inserção do espermatóforo. As fêmeas, copuladas ou não, podem então passar pelo processo de maturação das gônadas e eventualmente desovar.

O comportamento de corte e cópula de *F. paulensis* foi descrito por Saint-Brisson (1985). O macho corteja a fêmea, ficando sob a mesma até o momento em que, ao se virar, coloca o seu abdômen em contato com o da fêmea, girando e abraçando-a

até se posicionar num ângulo de 90 graus. Neste momento é que provavelmente ocorre a inserção do espermatóforo no télico.

Devido às diferenças morfológicas e comportamentais entre os dois grupos de peneídeos, o manejo de reprodutores em cativeiro também apresenta diferenças. Um exemplo disso é a seleção de fêmeas maduras para os tanques de desova. Para o grupo de télico fechado, que inclui *F. paulensis*, a seleção de fêmeas maduras se dá principalmente pela visualização do estágio de maturação da gônada (Marchiori 1996, Peixoto *et al.* 2003b), enquanto que para os camarões de télico aberto a separação das fêmeas maduras levará em consideração também a presença do espermatóforo aderido ao télico da fêmea.

Alguns peneídeos apresentam também um forte hábito de se enterrar no sedimento. Algumas vantagens proporcionadas pelo enterramento seriam a redução nos gastos de energia, devido à menor atividade, e a proteção contra predadores, sobretudo durante a muda (Dall *et al.* 1990). *F. paulensis* foi classificado por Iwai (1978) como sendo uma espécie sedentária que habita fundos de areia, areia lodosa ou cascalho, de atividade predominantemente noturna e de forte hábito de enterramento no substrato.

Após a ablação unilateral do pedúnculo ocular, o que ocorre de modo geral é a retirada do complexo órgão X-glândula do seio que possuem hormônios inibidores de maturação das gônadas, a perda deste complexo promove nas fêmeas sucessivas maturações das gônadas e desovas, o que normalmente resulta em uma queda na performance reprodutiva (Palacios *et al.* 1999). Estes autores denominaram este processo de “exaustão reprodutiva”, que seria causado pelo desgaste das fêmeas mantidas em laboratório, principalmente pela diminuição excessiva de energia e/ou nutrientes. Como discutido anteriormente, o enterramento possibilitaria uma redução nos gastos de energia em decorrência de uma menor atividade física (Dall *et al.* 1990), como caminhar no fundo dos tanques ou ainda nadar na coluna d’água. Assim, postulava-se que a utilização de substratos de areia, ao permitir o enterramento, poderia minimizar os efeitos da “exaustão reprodutiva”.

No caso de alguns camarões de télico fechado, como *Penaeus monodon* e *Melicertus kerathurus*, o uso do substrato de areia em tanques de maturação foi considerado necessário para a transferência do espermatóforo e maturação ovariana (Pudadera *et al.* 1980, Luis & Pontes 1993). Por outro lado, em *Marsupenaeus japonicus* a performance reprodutiva não foi significativamente afetada pela utilização do substrato de areia no fundo do tanque (Hansford *et al.* 1993). Sellars *et al.* (2004)

demonstraram uma redução nos danos corporais e maior crescimento quando *P. esculentus* foi mantido em tanques com substrato de areia. De modo similar, Allan & Maguire (1995) verificaram maiores ganho de peso em *Metapenaeus macleayi* utilizando este tipo de tanque.

Além dessas vantagens, o uso de substratos de areia pode também funcionar como filtro biológico ao fornecer maior área física para a fixação das bactérias responsáveis pela transformação da amônia em nitrito e em nitrato (Spotte 1979, Baldisserotto 2002). Em tanques de maturação de peneídeos, isto pode significar menores taxas de renovação de água, o que, segundo alguns autores, seria benéfico ao promover um ambiente mais estável aos reprodutores (Pudadera *et al.* 1980, Browdy 1992, Cavalli *et al.* 1998). Por outro lado, os tanques de fundo rígido (fibra de vidro ou concreto), convencionalmente utilizados na maturação de camarões peneídeos, têm a vantagem de facilitar a limpeza, como, por exemplo, na retirada diária de restos de alimento, ecdises e fezes (Bray & Lawrence, 1992).

No caso específico de *F. paulensis*, um problema comumente observado durante a manutenção de reprodutores selvagens em tanques de maturação com fundo de concreto é a diminuição nas taxas de fertilização devido à ausência de cópula após a muda (Peixoto *et al.* 2004). A aplicação de técnicas de inseminação artificial demonstrou ser uma possível solução a este problema (Peixoto *et al.* 2004), mas a dificuldade na identificação de fêmeas recém-mudadas e a maior demanda de mão-de-obra dificultam a sua aplicação em escala comercial.

Em vista destas colocações, este estudo se propõe a avaliar os efeitos da utilização de substratos arenosos em tanques de maturação de *F. paulensis*. Para isso, reprodutores selvagens mantidos em tanques de fundo rígido e com substrato de areia foram comparados em termos de performance reprodutiva, condição corporal, composição bioquímica da hemolinfa, ovários e hepatopâncreas das fêmeas e ovos bem como a qualidade de água nestes sistemas.

2- OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a performance reprodutiva, condição corporal, composição bioquímica dos ovários, hepatopâncreas e hemolinfa das fêmeas e ovos, e qualidade da água em tanques de maturação de fundo rígido e com substrato de areia mantidos com adultos do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*.

3- MATERIAL E MÉTODOS

Os reprodutores selvagens de *F. paulensis* foram capturados no litoral de Santa Catarina em profundidades de 35 a 45 m, transportados por via rodoviária até a Estação Marinha de Aquicultura (EMA) da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, onde passaram por um período de aclimação às condições de laboratório durante sete dias. Durante este período, a temperatura foi elevada gradativamente de 20°C para 26°C, por meio de aquecedores de imersão e condicionadores de ar que auxiliaram a manter a temperatura na sala de maturação. A água dos tanques foi renovada diariamente em 50% com água salgada aquecida na mesma temperatura, de modo a evitar variações térmicas.

Após uma semana no laboratório, grupos de 30 machos e 40 fêmeas no período intermuda foram selecionados aleatoriamente e transferidos para tanques de 10 m² em uma densidade de sete camarões por m² e uma relação entre machos e fêmeas de 1:1,3. Os reprodutores foram estocados em dois tanques circulares de concreto com 3,6 metros de diâmetro preenchidos com 5.000 litros de água do mar filtrada, sendo um provido de substrato arenoso e outro com fundo de concreto.

O tanque com substrato (Figura 1) possuía uma camada de 10 cm de areia, cuja granulometria, determinada pelo sistema de peneiras, apresentava 43% de areia grossa, 32,6% média, 18,4% muito grossa, 3,1% fina, 2,7% grânulo e 0,2% muito fina (Suguio 1973). Uma base, composta por tubos de PVC, grades plásticas e anéis plásticos (tipo “bio rings”), foi colocada diretamente sobre o fundo do tanque, formando um fundo falso. Acima do fundo falso foi assentada uma tela plástica rígida (abertura de 3 cm), a qual serviu de sustentação a uma segunda tela plástica do tipo “mosquiteiro”. Esta tela encobria todo o fundo do tanque e sobre ela foi colocada a areia.

Ar comprimido foi injetado no tanque com substrato arenoso por um sistema de aeração, composto por quinze sistemas de “air-lift” que propiciaram a recirculação de água e ar, fazendo com que a água passasse constantemente pela camada de areia a fim de evitar áreas do substrato com baixos níveis de oxigênio dissolvido. Duas semanas antes de iniciar o experimento, o tanque com substrato arenoso foi preenchido com água do mar para a maturação do sistema (Figura 2).

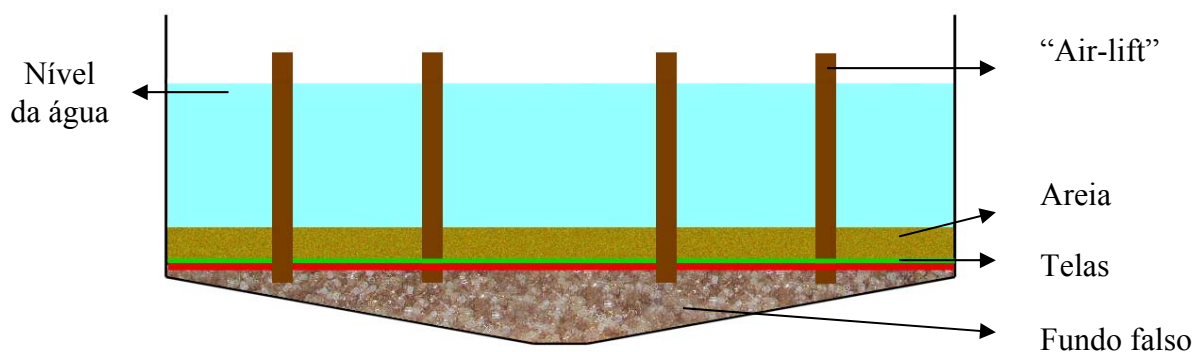


Figura 1. Desenho esquemático do tanque com sistema de fundo arenoso utilizado na maturação do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*.



Figura 2. Detalhe dos tanques de maturação de *Farfantepenaeus paulensis* com fundo de substrato de areia (esquerda) e com fundo de concreto (direita).

Todos os animais foram pesados antes do povoamento dos tanques. As médias (\pm desvio padrão) de peso das fêmeas e dos machos dos tanques com substrato e sem substrato foram 63,8 g (\pm 6,1), 28,0 g (\pm 3,8), 64,0 g (\pm 6,2) e 28,4 g (\pm 3,4), respectivamente. Momentos antes do povoamento, as fêmeas sofreram a ablação unilateral do pedúnculo ocular e receberam um anel de identificação no pedúnculo restante.

Para a manutenção da qualidade da água nos tanques foi seguida uma rotina diária de renovação de 50% do volume de água e retirada de restos de alimento, animais mortos e exúvias do fundo dos tanques. Tanto o número de animais mortos quanto de exúvias foi anotado para análises posteriores. A temperatura foi mantida entre 27 e 28°C

por meio de aquecedores de imersão e condicionadores de ar na sala de maturação. Os tanques também contavam com aeração constante e a sala com os tanques de maturação com fotoperíodo de 14 horas diárias de luz, o qual se encerrava às 17:00 horas.

Diariamente, após o início do período escuro, as fêmeas maduras foram selecionadas através da visualização das gônadas com auxílio de uma lanterna, ou seja, quando a fêmea apresentasse o ovário de coloração esverdeada (Peixoto *et al.* 2003b). As fêmeas maduras eram então transferidas para tanques de desovas individualizados contendo 120 litros de água marinha na mesma temperatura. Na manhã seguinte, as fêmeas retornavam aos seus tanques de maturação de origem.

Para estimar a fecundidade de cada desova, três amostras de 250 ml foram tiradas dos tanques de desova após homogeneização e conservadas em álcool (96° GL) e água salgada para contagens posteriores. As taxas de fertilização foram determinadas microscopicamente (Primavera & Posadas, 1981). Somadas a estas amostras, outras três amostras de 100 ovos foram coletadas para a verificação da taxa de eclosão e mais três amostras de 100 náuplios para estimar a taxa de metamorfose para protozoa. As amostras de ovos e náuplios foram mantidas até a eclosão e metamorfose, respectivamente, em potes de vidro com volume de um litro com aeração suave e temperatura controlada em 26°C (± 1). Para a estimativa das taxas de eclosão, foram verificados os números de náuplios e ovos em cada recipiente após 24 horas, enquanto que para as taxas de metamorfose foi contado o número de protozoa 36 horas após a eclosão. Utilizaram-se as seguintes fórmulas:

Taxa eclosão = $(100\% * \text{número de náuplios}) / (\text{número de náuplios} + \text{número de ovos})$

Taxa metamorfose = $(100\% * \text{número de protozoa}) / (\text{número de protozoa} + \text{número de náuplios})$

A alimentação foi fornecida aos reprodutores *ad libitum* quatro vezes ao dia (9:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h), sendo oferecidos alternadamente alimentos frescos congelados (mexilhão *Perna perna*, lula *Illex argentinus* e músculo de peixe *Macrodon ancylodon*) e uma ração comercial específica para reprodutores de camarões peneídeos (Breed S, Inve Aquaculture, Bélgica).

As coletas de amostras para determinação da qualidade da água foram realizadas antes da renovação diária de água dos tanques. Foram analisadas a amônia total ($\text{NH}_4^- + \text{NH}_3$), segundo UNESCO (1983), e nitrito (NO_2^-), de acordo com Bendschneider & Robinson (1952). Diariamente também foram verificados os níveis de temperatura e

salinidade. Todas as manhãs foram anotadas o número de exúvias presente em cada tanque de maturação. O período experimental teve duração de 50 dias a partir da realização da ablação unilateral do pedúnculo ocular das fêmeas.

3.1 - Análises bioquímicas

As análises bioquímicas foram realizadas no Departamento de Ciências Fisiológicas da FURG. Amostras de ovos coletadas nos últimos 15 dias do período experimental foram congeladas para análises posteriores. Um total de dez e sete desovas foi coletado do tanque com substrato arenoso e do tanque de fundo rígido, respectivamente.

Ao final do período experimental foram coletadas também amostras de hemolinfa de nove fêmeas maduras de cada tratamento. Estas fêmeas foram sacrificadas e o hepatopâncreas e as gônadas foram retiradas por dissecação e mantidas a -70°C .

Para as análises do hepatopâncreas, hemolinfa, gônadas e ovos foram utilizados kits colorimétricos enzimáticos comerciais (Doles reagentes Ltda., Goiânia, GO) para proteínas totais (pelo método Biureto), lipídios totais (sulfofosfo-vanilina), colesterol (4 amiantipirina), triglicerídeos (4-antipirilquinonimina) e glicose (glicose oxidase). Os comprimentos de ondas utilizados para leitura de absorbâncias para proteínas totais, lipídios totais, colesterol, triglicerídeos e glicose foram de 550 nm, 530 nm, 510 nm, 510 nm e 510 nm, respectivamente. As leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro (Micronal, modelo B382; Figura 3) ou em microplacas - ELISA (BioTek, Vermont, EUA; modelo ELX 800; Figura 4).

A metodologia utilizada nas análises foi a mesma adotada por Palacios *et al* (1999), onde subamostras de 200 mg de hepatopâncreas, ovário e ovos foram macerados e homogeneizados em 2 ml de solução salina e centrifugados a 3.000 rpm por 10 minutos a 5°C . Para a quantificação de glicose, 500 μl de citrato de sódio foi adicionado a 200 μl de sobrenadante. Estas alíquotas foram mantidas por 5 minutos a 100°C e centrifugadas a 12.800 G por 15 minutos. O lipídio total foi extraído de 100 mg de tecidos macerados em clorofórmio:etanol (2:1). Para a hemolinfa, os mesmos processos descritos acima foram utilizados a partir do soro obtido após a centrifugação em 10.000 G por 5 minutos a 4°C .



Figura 3. Espectrofotômetro Micronal modelo B382.



Figura 4. ELISA BioTek modelo ELX 800.

3.2 - Índice de condição corporal

Todos os animais do experimento passaram por uma avaliação da condição corporal no início (dia 0) e final (dia 50) do experimento. Assim, cada camarão recebeu um índice estimado a partir de uma modificação da metodologia proposta por Sellars *et al.* (2004) (Tabela 1). Para a composição do índice foram verificados visualmente o nível de dano externo nos apêndices e exoesqueleto, lesões, necroses na carapaça e abdômen, e, ainda, a perda ou quebra de apêndices torácicos ou abdominais, urópodos, antena ou antênula. O somatório destes parâmetros formou o índice de condição corporal (ICC). O ICC foi calculado pelo somatório dos danos observados em cada animal, sendo que os maiores valores de ICC correspondiam a uma maior frequência de danos corporais.

Tabela 1. Índice da condição corporal (ICC) estimado pelo somatório de danos externos nos apêndices e exoesqueleto, lesões, necroses na carapaça e abdômen, perda ou quebra de apêndices torácicos ou abdominais, urópodos, antena ou antênula (modificado de Sellars *et al.*, 2004).

Apêndice	Presença	Pontos	Apêndice	Dano	Pontos
Antena	80 – 100%	1	Carapaça e Abdômen	0	1
	61 – 80%	2		1	2
	41 – 60%	3		2	3
	21 – 40%	4		3	4
	0 – 20%	5		+4	5
Apêndice	Dano	Pontos	Apêndice	Dano	Pontos
Rostro e Telson	0	1	Pleópodos, Pereiópodos e Urópodo (quebra e necroses)	0 – 1	1
	1	2		2 – 3	2
	2	3		4 – 5	3
				6 – 7	4
Antênulas	0	1		+8	5
	1	2			
	2	3			

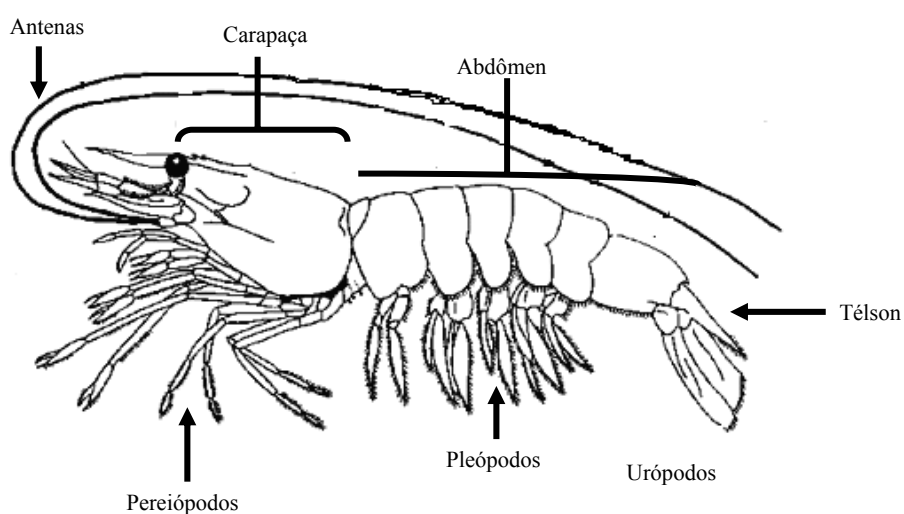


Figura 5. Esquema simplificado da anatomia externa de um camarão peneídeo indicando os apêndices analisados para definição do índice da condição corporal.

3.3 - Tratamentos dos dados

As análises estatísticas consideraram cada fêmea como uma unidade experimental. Como não foram encontradas diferenças significativas entre as repetições (ANOVA; $p > 0,05$), os resultados de performance reprodutiva foram tratados com o teste “t” de Student para detectar diferenças significativas entre os tratamentos. Os resultados das taxas de fertilização foram transformados em arco seno da raiz antes das análises, embora os dados transformados não sejam apresentados. Para os resultados de ICC foi realizada uma análise de variância em três classificações seguida pelo teste de Tukey, usando sexo (macho e fêmea), período de tempo (inicial e final) e tipo de fundo de tanque (rígido ou com substrato de areia) como variáveis independentes.

4- RESULTADOS

4.1 – Qualidade de água

Os dados de qualidade de água estão apresentados na Tabela 2. Os valores médios de temperatura e salinidade não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, embora a temperatura do tanque sem substrato tenha apresentado uma variação um pouco maior. Por outro lado, as concentrações de amônia total, nitrito e oxigênio dissolvido diferiram significativamente entre os tratamentos, com os maiores valores observados no tanque com fundo de areia (médias de amônia total, nitrito e oxigênio dissolvido de $1,15 \text{ mgL}^{-1}$, $0,10 \text{ mgL}^{-1}$ e $6,58 \text{ mgL}^{-1}$, respectivamente).

Tabela 2. Média (\pm DP) das variáveis de qualidade de água em tanques de maturação de *Farfantepenaeus paulensis* com e sem substrato arenoso durante 50 dias.

	Com substrato	Sem substrato
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	$27,5 \pm 0,7^a$	$27,2 \pm 1,2^a$
Salinidade (mg.L^{-1})	$30,0 \pm 1,8^a$	$29,9 \pm 1,8^a$
Amônia total (mg.L^{-1})	$0,23 \pm 0,17^a$	$1,15 \pm 0,52^b$
Nitrito (mg.L^{-1})	$0,07 \pm 0,14^a$	$0,10 \pm 0,06^b$
Oxigênio dissolvido (mg.L^{-1})	$5,49 \pm 0,89^a$	$6,58 \pm 0,96^b$

Letras sobrescritas diferentes em uma mesma linha representam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

4.2 – Performance reprodutiva

As taxas de sobrevivência das fêmeas nos tanques com substrato arenoso e sem substrato foram de 75% e 47,5%, respectivamente, enquanto para os machos foram 83,2% e 100%, respectivamente.

Na Tabela 3 pode ser observado que o número total de desovas no tanque desprovido de substrato foi 111, enquanto no tanque com substrato foram observadas 91 desovas. O número de desovas fertilizadas nos tanques com e sem substrato foram 28 e

34, respectivamente. Não foram detectadas, porém, diferenças significativas na frequência de desovas por fêmea ou no número de ovos por desova. Os períodos de latência entre ablação e primeira desova e entre a primeira e a segunda desova foram significativamente maiores nas fêmeas mantidas no tanque com substrato (Tabela 4), o que não ocorreu no período entre a segunda e terceira desovas.

Embora as taxas médias de fertilização dos ovos não tenham apresentado diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 3), foi observada uma tendência de diminuição nas taxas de fertilização à medida que as fêmeas desovavam (Tabela 4).

Tabela 3. Parâmetros de performance reprodutiva de *Farfantepenaeus paulensis* mantidos durante 50 dias em tanques de maturação com ou sem substrato arenoso.

	Com substrato	Sem substrato
Número de desovas	91	111
Número de desovas fertilizadas	28	34
Desovas por fêmea (n)	2,7 ± 1,6 ^a (34)	3,1 ± 1,5 ^a (36)
Ovos / Desova (x 10 ³)	139 ± 67 ^a	162 ± 55 ^a
Número total de ovos (x 10 ³)	13.033	19.977
Taxa de fertilização (%)	80,9 ± 20,1 ^a	78,9 ± 20,1 ^a
Taxa de eclosão (%)	67,4 ± 19,2 ^a	68,2 ± 23,4 ^a
Número total de náuplios (x 10 ³)	2.643	2.066
Taxa de metamorfose para protozoa (%)	80,5 ± 32,0 ^a	99,2 ± 1,1 ^a

Letras sobrescritas diferentes em uma mesma linha representam diferenças significativas entre os tratamentos (p<0,05).

Nas Figuras 6 e 7 temos a ocorrência de mudas e de desovas fertilizadas nos dois tratamentos experimentais, respectivamente. Podemos observar que as fêmeas do tanque com substrato apresentaram uma alta frequência de muda entre o 6º e o 10º dia, quando 25 fêmeas de um total de 40 sofreram ecdise. Por sua vez, as fêmeas do tanque sem substrato apresentaram um pico de muda entre os dias 11 e 15, o qual foi comparativamente menor ao observado no tanque com substrato. Vale ressaltar que as fêmeas do tratamento com substrato produziram nove desovas fertilizadas (Figura 7) após a ocorrência do pico de muda observado no início do período experimental (Figura

7). Por outro lado, nenhuma desova fertilizada foi detectada no tanque sem substrato após o pico de muda (Figuras 6 e 7).

Tabela 4. Períodos de latência, taxas de fertilização, eclosão e de metamorfose para protozoa de acordo com a ordem de desova de fêmeas de *F. paulensis* mantidas em tanques com e sem substrato arenoso.

	Com substrato	Sem substrato
Latência entre ablação e 1 ^a desova (dias)	12,9 ± 11,3 ^b	5,3 ± 3,3 ^a
Período 1 ^a desova – 2 ^a desova (dias)	13,7 ± 8,1 ^b	7,9 ± 6,1 ^a
Período 2 ^a desova – 3 ^a desova (dias)	9,1 ± 8,2 ^a	9,6 ± 8,9 ^a
Taxa de fertilização (1 ^a desova %)	87,4 ± 9,6 ^a	85,4 ± 15,1 ^a
Taxa de fertilização (2 ^a desova %)	61,5 ± 22,9 ^a	65,2 ± 36,6 ^a
Taxa de fertilização (3 ^a desova %)	45,6 ± 17,2 ^a	77,7 ± 23,4 ^a
Taxa de eclosão (1 ^a desova %)	71,2 ± 18,3 ^a	69,0 ± 22,6 ^a
Taxa de eclosão (2 ^a desova %)	51,2 ± 32,4 ^a	62,9 ± 25,0 ^a
Taxa de eclosão (3 ^a desova %)	52,5 ± 25,1	nd
Taxa de metamorfose para protozoa (1 ^a desova %)	69,5 ± 36,1 ^b	99,1 ± 1,2 ^a
Taxa de metamorfose para protozoa (2 ^a desova %)	98,3 ± 3,4 ^a	99,8 ± 0,21 ^a
Taxa de metamorfose para protozoa (3 ^a desova %)	100	nd

Letras sobrescritas diferentes em uma mesma linha representam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

nd = não disponível.

Como pode ser observado na Tabela 3, foram observadas 20 desovas a mais entre as fêmeas mantidas no tanque sem substrato. Esta diferença de vinte desovas resultou em um aumento na produção total de ovos da ordem de 1,53 vezes em comparação ao tratamento com substrato. Este maior número de ovos, porém, não resultou em um maior número de náuplios, uma vez que, após a muda, todas as desovas observadas no tratamento sem substrato não se encontravam fertilizadas. Como resultado, as fêmeas do tanque com substrato acabaram produzindo 1,28 vezes mais náuplios.

A taxa de metamorfose de náuplio para protozoa na primeira desova foi significativamente menor no tratamento do tanque com fundo de areia (Tabela 4), mas sem diferenças significativas na segunda desova.

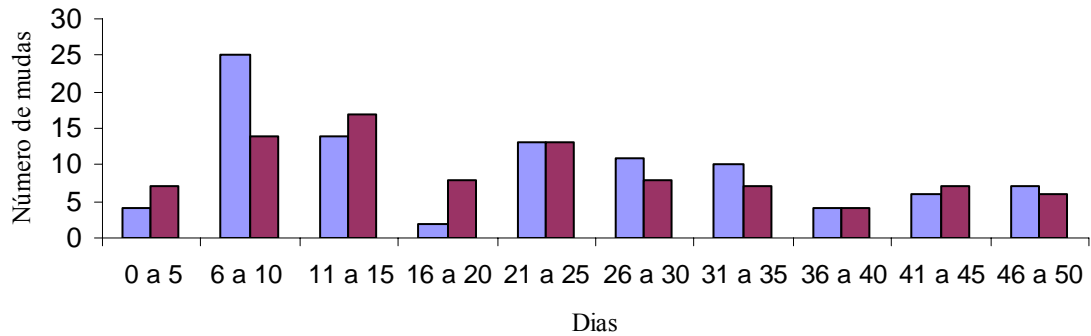


Figura 6. Ocorrência de mudas, agrupadas em intervalos de cinco dias, de fêmeas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* mantidas em tanques de maturação com substrato arenoso (barra azul) ou sem substrato (barra vermelha) durante 50 dias.

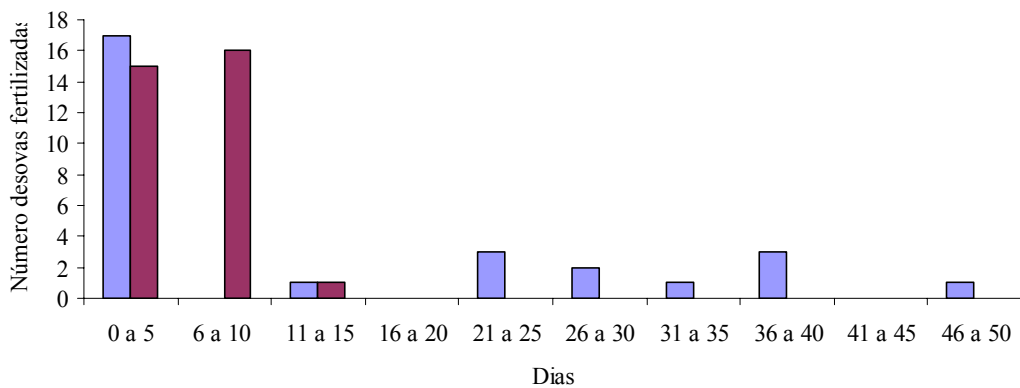


Figura 7. Ocorrência de desovas fertilizadas, agrupadas em intervalos de cinco dias, de reprodutores do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* mantidos em tanque de maturação com substrato arenoso (barra azul) e em fundo rígido (barra vermelha) durante 50 dias.

Em ambos os tratamentos, a maior ocorrência de desovas foi observada no início do período experimental (Figura 8). A queda no número de desovas das fêmeas do

tanque com substrato observada 6 a 10 dias após o início do período experimental, como pode ser observado na Figura 8, provavelmente ocorreu devido ao pico de mudas que estas fêmeas experimentaram neste mesmo período (Figura 7).

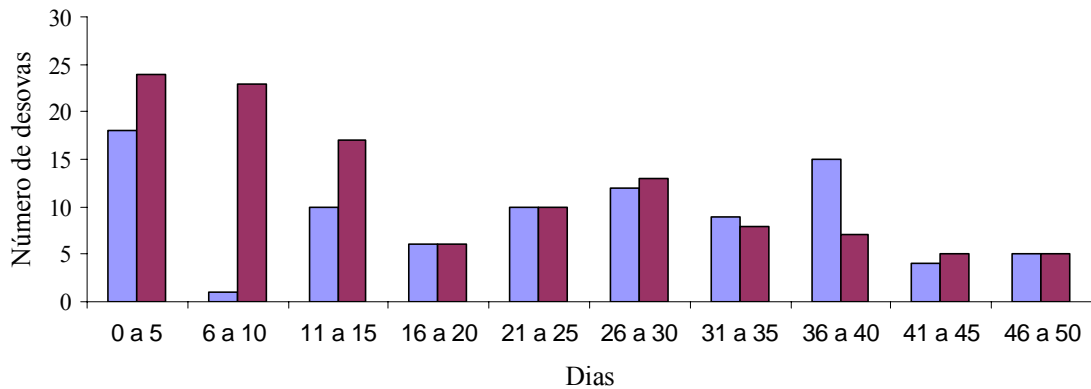


Figura 8. Ocorrência de desovas, em períodos de cinco dias, do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* mantidas em tanques de maturação com substrato arenoso (barra azul) ou sem substrato (barra vermelha) durante 50 dias.

4.3 – Índice de Condição Corporal

Independentemente da presença de substrato arenoso no fundo dos tanques, ao final do experimento os machos apresentaram uma melhora significativa na sua condição corporal (Tabela 5). Já as fêmeas do tanque sem substrato apresentaram valores significativamente maiores de ICC, ou seja, ao longo do experimento os danos físicos aumentaram significativamente. Em contraste, ao final de 50 dias, o ICC das fêmeas mantidas na presença do substrato arenoso permaneceu estável em relação ao valor inicial.

4.4 – Análises Bioquímicas

As análises bioquímicas de hepatopâncreas, hemolinfa, ovário e ovos não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos para as concentrações de

proteína total, lipídios totais, triglicerídeos e colesterol (Tabela 6). Somente os valores médios de glicose foram maiores nos ovários das fêmeas do tratamento com substrato.

Tabela 5. Índice de condição corporal (ICC) de reprodutores machos e fêmeas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* mantidos em tanques com ou sem substrato arenoso no início e final do período experimental de 50 dias.

Tratamento	Sexo	Tempo	ICC
Com substrato arenoso	Macho	Inicial	14,5 ^b
		Final	12,2 ^a
	Fêmea	Inicial	15,0 ^b
		Final	14,6 ^b
Sem substrato	Macho	Inicial	14,8 ^b
		Final	12,8 ^a
	Fêmea	Inicial	15,2 ^b
		Final	17,6 ^c

Letras sobrescritas diferentes em uma mesma coluna representam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Do ponto de vista prático, é importante ressaltar que o processo diário de seleção de fêmeas maduras consumiu mais tempo nos tanques com substrato de areia, uma vez que, em diversas oportunidades, as fêmeas permaneciam enterradas mesmo após o início do período escuro.

Tabela 6. Médias (\pm DP) da composição bioquímica do hepatopâncreas, hemolinfa, ovário e ovos de *Farfantepenaeus paulensis* mantidos em por 50 dias em tanques com e sem substrato arenoso. Valor em parênteses indica o número amostral (n).

	Com substrato arenoso	Sem substrato
Hepatopâncreas	(n = 9)	(n = 9)
Proteína total (mg.g ⁻¹)	228,11 \pm 142,66 ^a	199,52 \pm 122,60 ^a
Glicose (mg.g ⁻¹)	3,00 \pm 1,50 ^a	1,85 \pm 1,35 ^a
Lipídios totais (mg.g ⁻¹)	52,05 \pm 25,77 ^a	41,83 \pm 11,25
Triglicerídeos (mg.g ⁻¹)	23,95 \pm 16,16 ^a	16,36 \pm 9,40 ^a
Colesterol (mg.g ⁻¹)	3,07 \pm 2,46 ^a	2,31 \pm 1,17 ^a
Hemolinfa	(n = 9)	(n = 9)
Proteína total (mg.g ⁻¹)	51,92 \pm 7,13 ^a	50,64 \pm 13,14 ^a
Glicose (mg.g ⁻¹)	19,60 \pm 4,93 ^a	16,10 \pm 7,23 ^a
Lipídios totais (mg.g ⁻¹)	203,04 \pm 53,92 ^a	232,74 \pm 56,51 ^a
Triglicerídeos (mg.g ⁻¹)	64,21 \pm 43,85 ^a	66,90 \pm 30,71 ^a
Colesterol (mg.g ⁻¹)	16,24 \pm 8,73 ^a	16,97 \pm 7,18 ^a
Ovário	(n = 9)	(n = 9)
Proteína total (mg.g ⁻¹)	79,98 \pm 38,97 ^a	92,25 \pm 47,27 ^a
Glicose (mg.g ⁻¹)	3,09 \pm 1,35 ^a	1,90 \pm 0,78 ^b
Lipídios totais (mg.g ⁻¹)	15,83 \pm 7,24 ^a	15,06 \pm 5,33 ^a
Triglicerídeos (mg.g ⁻¹)	7,90 \pm 7,49 ^a	6,29 \pm 5,31 ^a
Colesterol (mg.g ⁻¹)	1,54 \pm 1,39 ^a	1,67 \pm 0,72 ^a
Ovos	(n = 10)	(n = 7)
Proteína total (mg.g ⁻¹)	140,66 \pm 65,17 ^a	171,96 \pm 24,18 ^a
Glicose (mg.g ⁻¹)	0,65 \pm 0,50 ^a	0,96 \pm 0,60 ^a
Lipídios totais (mg.g ⁻¹)	52,64 \pm 18,14 ^a	37,99 \pm 5,70 ^a
Triglicerídeos (mg.g ⁻¹)	32,22 \pm 7,13 ^a	30,42 \pm 4,77 ^a
Colesterol (mg.g ⁻¹)	4,25 \pm 1,35 ^a	3,84 \pm 0,32 ^a

Letras sobrescritas diferentes em uma mesma linha representam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

5- DISCUSSÃO

Entre as variáveis físico-químicas analisadas no presente estudo, a temperatura e a salinidade da água não apresentaram diferenças entre os tratamentos e estão de acordo com os valores indicados para o cultivo de *F. paulensis* na fase adulta (Marchiori 1996, Peixoto *et al.* 2003a). A amônia e nitrito são considerados importantes parâmetros de qualidade da água, uma vez que, dependendo das suas concentrações, podem promover mudanças fisiológicas e influenciar o crescimento (Mugnier & Juston 2004) e a sobrevivência de peneídeos (Kir & Eroldogan 2004). A alta concentração de amônia na água afeta a excreção dos camarões, resultando em maiores concentrações de amônia nos tecidos e, na tentativa de diminuir a síntese de amônia, o animal diminui sua alimentação influenciando desta forma diretamente o crescimento (Vinatea 1997). Além disso, Ostrensky (1991) ressalta que altos níveis de amônia podem (1) alterar o metabolismo celular devido ao aumento da alcalinidade, (2) afetar as mitocôndrias, por meio de reversão da enzima glutamato desidrogenase o que resultaria na diminuição das concentrações celulares de ATP, e (3) inibir o transporte ativo dos íons sódio, podendo afetar também o transporte dos íons cloreto, bicarbonato e a reabsorção de água em epitélios transportadores.

Embora as concentrações de amônia e nitrito tenham sido significativamente superiores na água do tanque sem substrato, os valores médios observados foram inferiores aos propostos por Cavalli *et al.* (1998). Estes autores submeteram adultos de *F. paulensis* a diferentes níveis de amônia e verificaram que concentrações de 2,62mgL⁻¹ de amônia e 1,5mgL⁻¹ de nitrito, não afetaram a performance reprodutiva desta espécie. Da mesma forma, Peixoto *et al.* (2003a), trabalhando com reprodutores desta mesma espécie, observaram que 2,21mgL⁻¹ de amônia e 0,62mgL⁻¹ de nitrito não influenciam a performance reprodutiva e o ciclo de muda.

Em meio aquático, a amônia passa pelo processo de nitrificação, sendo o primeiro passo a oxidação da amônia em nitrito, o qual é realizado predominantemente por bactérias *Nitrossomonas* (Hargreaves 1998). No presente estudo, as menores concentrações de amônia e nitrito detectadas no tanque com substrato de areia podem estar relacionadas à nitrificação, devido à presença de bactérias no substrato, que estaria atuando como um filtro biológico. O processo de oxidação efetuado por essas bactérias pode ser o responsável pela elevação do consumo de oxigênio, resultando nos menores valores de oxigênio dissolvido encontrados no tanque com substrato de areia. Alguns

autores sugerem que concentrações de oxigênio em torno de $3,0\text{mgL}^{-1}$ não influenciariam o desenvolvimento de peneídeos (Seidman & Lawrence 1985, Clark 1986, Boyd 1990). Poersch & Marchiori (1992) estimaram que a concentração de $0,28\text{mgL}^{-1}$ de oxigênio dissolvido seria letal para reprodutores de *F. paulensis* e que o comportamento destes animais poderia ser afetado quando os valores de oxigênio dissolvido atingissem $2,12\text{mgL}^{-1}$.

As desovas observadas nas duas primeiras semanas após a ablação das fêmeas no tanque sem substrato foram todas fertilizadas. Porém, passado este período, nenhuma desova fertilizada foi observada neste tratamento. O fato das desovas serem fertilizadas apenas no período inicial do experimento pode ser explicado pela presença de fêmeas impregnadas com espermátóforos adquiridos anteriormente à captura destas fêmeas no ambiente. Nas espécies de tético fechado, um mesmo espermátóforo pode fertilizar desovas sucessivas durante o período intermuda, até que seja perdido com a próxima muda (Peixoto *et al.* 2005).

Em estudos prévios com a maturação de *F. paulensis* utilizando substrato arenoso foi verificada a presença de desovas fertilizadas em reprodutores mantidos em cativeiro durante 55 dias (Marchiori & Boff 1983) ou 150 dias (Marchiori & Cavalli 1993). Embora no presente estudo as desovas ocorridas no tanque com substrato arenoso tenham se concentrado nas duas primeiras semanas após a ablação, um total de 63 desovas ocorreram até o fim do experimento, sendo que nove destas estavam fertilizadas, o que corresponde a uma taxa de sucesso de 14,3%. Este fato sugere uma possível influência do substrato arenoso no sucesso de cópula, uma vez que o período intermuda de fêmeas após ablação foi estimado em 17 dias (Peixoto *et al.* 2003a) e no tanque sem substrato não foram detectadas desovas fertilizadas neste período. Outro fato que pode ser relacionado a presença do substrato de areia seria o pico de muda ocorrer primeiro neste tipo de tanque. É possível que a presença do substrato arenoso tenha facilitado a perda da exúvia antiga.

Os resultados de Hansford & McGuren (1991) parecem confirmar a hipótese da ocorrência de desovas fertilizadas após a muda no tanque com substrato de areia. Estes autores verificaram a importância do substrato na transferência de espermátóforo em *Marsupenaeus japonicus*, embora a taxa de sucesso não tenha excedido 30%. Da mesma forma, Luis & Ponte (1993) observaram que não ocorria a transferência de espermátóforo em *M. kerathurus* quando o tanque de maturação não continha substrato arenoso. Hansford *et al.* (1993) compararam o uso de substrato de areia ou fundo rígido

em tanques sobre a performance de reprodutores de *M. japonicus* e encontraram um maior número de desovas e uma produção final de ovos 2,5 vezes maior nos tanques sem substrato. Estes autores relacionaram este desempenho superior ao maior consumo de alimento pelos reprodutores mantidos nos tanques sem substrato. Embora em nosso estudo não tenha sido analisada a quantidade de alimento consumido, a produção de ovos foi 1,53 vezes maior no tanque sem substrato de areia, o que poderia estar relacionado ao maior consumo de alimento neste tratamento. A importância da quantidade e qualidade do alimento consumido pelas fêmeas está relacionada à transferência de nutrientes para os ovócitos e subsequentemente às larvas, o que é fundamental para a fase larval de náuplio, que se alimenta unicamente de suas reservas endógenas (Vazquez-Boucard *et al.* 2004).

Apesar de não apresentarem diferenças significativas entre os tratamentos, as taxas de fertilização apresentaram uma tendência de diminuição ao longo das desovas consecutivas no presente estudo. Vazquez-Boucard *et al.* (2004) verificaram um declínio no conteúdo energético no hepatopâncreas de *Fenneropenaeus indicus* após desovas consecutivas, o que estaria relacionado com a menor qualidade dos ovos. Entretanto, Crocos & Coman (1997) não detectaram diferenças significativas nas taxas de fertilização em relação à ordem de desova em *Penaeus semisulcatus*. Resultados semelhantes foram obtidos com *Litopenaeus vannamei*, quando a ordem das desovas não apresentou diferenças sobre a performance nem sobre as análises bioquímicas (Palacios & Racotta 1999, Palacios *et al.* 2000, Arcos *et al.* 2003).

O comportamento de cópula de *F. paulensis*, descrito por Saint-Brisson (1985), é semelhante ao observado para outras espécies de peneídeos de tético fechado, exceto pela necessidade de natação durante a cópula e durante o ato sexual conforme descrito para *P. monodon* (Primavera, 1979) e *M. japonicus* (Hudinaga 1942). O aumento relativo no sucesso da cópula na presença do substrato arenoso observado neste estudo poderia estar relacionado ao enterramento dos animais, pois o fato de alguns camarões permanecerem enterrados disponibilizaria maior área no fundo dos tanques àqueles que procuram copular.

A maior quantidade de fêmeas maduras (prontas para desovar) foi observada no tanque sem substrato, o que parece estar relacionado à maior facilidade na seleção de fêmeas maduras neste tipo de tanque. Mesmo após a iluminação da sala de maturação ter sido apagada, as fêmeas do tanque com substrato permaneciam enterradas, o que dificultava a identificação e a separação das fêmeas maduras. Este fato foi confirmado

pela presença ocasional de náuplios no tanque de maturação. Deste modo, desovas fertilizadas foram perdidas e o número de náuplios produzido, que já era superior neste tipo de tanque, poderia ser ainda maior se estas fêmeas houvessem sido transferidas para os tanques de desova.

Independentemente do tratamento, os machos apresentaram melhores índices de condição corporal (ICC) ao final do experimento. Como os machos não são expostos aos mesmos procedimentos que as fêmeas (ablação, captura e transferência para tanques de desova, desova e devolução aos tanques de maturação), isto explica a diferença na condição corporal observada entre os sexos ao final do experimento. Com relação às fêmeas, as do tratamento sem substrato apresentaram mais danos corporais ao final do que no início do período experimental. Por outro lado, as fêmeas no tanque com substrato arenoso melhoraram sua condição corporal em comparação com o início do experimento. A manutenção da condição corporal nestas fêmeas está de acordo com Sellars *et al.* (2004), que observaram a recuperação de danos físicos em juvenis de *Penaeus esculentus* quando estes foram mantidos em substrato arenoso. Os resultados do ICC para as fêmeas do tanque com substrato sugerem também que estes animais experimentaram uma melhor condição de conforto, o que de certo modo concorda com a maior sobrevivência e indica um maior bem estar destes animais.

Além da condição corporal, Quesada *et al.* (2000) argumentam que tanto as taxas de crescimento como de sobrevivência podem ser melhoradas com o uso do substrato arenoso em detrimento aos tanques com fundo rígido, o que está de acordo com os resultados obtidos para diferentes espécies de peneídeos (Allan & Maguire 1995, Ameer & Cruz 1998, Bratvold & Browdy 2001). De maneira análoga, os resultados do presente trabalho indicaram que a mortalidade das fêmeas pode ser minimizada com o uso do substrato arenoso, provavelmente pela diminuição do estresse causado pela intensa manipulação e desgaste energético relacionado às sucessivas desovas. Estes processos são também relacionados com a maior mortalidade das fêmeas em relação aos machos nos sistemas de maturação (Pudadera *et al.* 1980, Menasveta *et al.* 1994, Cavalli *et al.* 1997).

Com exceção da maior concentração de glicose nos ovários das fêmeas do tanque com substrato, os resultados das análises bioquímicas não diferenciaram os tratamentos, o que está de acordo com os resultados de performance reprodutiva, que também não apresentaram diferenças significativas. Apesar da concentração de um determinado nutriente no hepatopâncreas normalmente se refletir nas concentrações

deste nutriente no ovário e posteriormente nos ovos (Palacios *et al.* 1999, Cavalli *et al.* 2001, Vazquez-Boucard *et al.* 2004), a maior concentração de glicose no tecido ovariano das fêmeas do tanque com substrato não foi acompanhada pela concentração de glicose nos ovos. Isto indica que a transferência deste composto das gônadas para os ovos provavelmente não foi afetada significativamente no presente estudo.

Os resultados deste estudo mostraram algumas vantagens e também desvantagens na utilização do substrato arenoso em tanques de maturação de *F. paulensis*. Do lado positivo, podemos destacar: (1) a maior produção de náuplios, apesar do menor número de desovas obtidas neste tratamento, (2) a ocorrência de desovas fertilizadas após o pico de mudas, o que evidencia a ocorrência de cópula em condições laboratoriais, (3) a maior sobrevivência das fêmeas, e (4) a melhora na condição corporal, o que sugere um maior conforto e bem estar destes animais. Por outro lado, o uso do substrato arenoso dificultou a seleção de fêmeas maduras. Vale ressaltar que a utilização em larga escala do substrato arenoso deve considerar não apenas o desempenho reprodutivo ou a condição corporal dos animais, mas também os custos envolvidos e a praticidade do manejo diário. Estas dificuldades podem ser contornadas pela adequação das práticas de manejo, como, por exemplo, maior atenção na seleção das fêmeas e uso de lanternas submersas na identificação das fêmeas maduras.

Embora o presente estudo apresente evidências de que o uso do substrato arenoso em tanques de maturação contribua para o sucesso da cópula de *F. paulensis* em condições de laboratório, mais estudos se fazem necessários para esclarecer os problemas relacionados à cópula desta espécie em tanques de maturação.

6- REFERÊNCIAS

- ABE, MP. 2006. Substituição de farinha de peixe por farelo de soja em dietas para camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*. Dissertação de Mestrado em Aqüicultura, Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil. 27p.
- ALLAN, GL. & GB MAGUIRE. 1995. Effect of sediment on growth and acute ammonia toxicity for the school prawn, *Metapenaeus macleayi* (Haswell). *Aquaculture*, 131: 59-71.
- AMEERI, AA & ME CRUZ. 1998. Effect of sand substrate on growth and survival of *Penaeus semisulcatus* de Haan juveniles. *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 13: 239-244.
- ARCOS, GF, MA IBARRA, E PALACIOS, CE VAZQUEZ-BOUCARD & SI RACOTTA. 2003. Feasible predictive criteria for reproductive performance of white shrimp *Litopenaeus vannamei*: egg quality and female physiological condition. *Aquaculture*, 228: 335-349.
- BALDISSEROTTO B. 2002. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Ed: UFSM. 212p.
- BELTRAME, EE & RE ANDREATTA. 1991. Maturação em cativeiro do camarão-rosa *Penaeus paulensis* Perez-Farfante, 1967 – Estudo sobre origem dos reprodutores. *Encontro Nacional de Pesca e Aqüicultura*. Santos SP.
- BELTRAME, E, RR ANDREATTA, MC PEREIRA. & DI SILVA. 1991. Maturation in captivity of the pink shrimp, *Penaeus paulensis*, Perez-Farfante 1967. Importance of previous adaptation period on individual females performances. *IV Congresso Latinoamericano de Ciências Del Mar*. Facultad de Ciencias Del Mar. Universidad Católica Del Norte. Coquimbo Chile.
- BENDSCHNEIDER, K & RJ ROBINSON. 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in seawater. *Journal of Marine Research*, 11: 87-96.
- BOYD, CE. 1990. Water quality in warm water fish ponds. Alabama: Auburn University, 366p.
- BRATVOLD, D & C BROWDY. 2001. Effects of sand sediment and vertical surfaces (AquaMats™) on production, water quality, and microbial ecology in an intensive *Litopenaeus vannamei* culture system. *Aquaculture*, 195: 81-94.

- BRAY, WA & AL LAWRENCE. 1992. Reproduction *Penaeus* species in captivity. In: *Marine Shrimp Culture: Principles and Practices* (ed. by Fast, A. & Lester, J.). Elsevier Science Publishers. The Netherlands. 93-170p.
- BROWDY, C. 1992. A review of the reproductive biology of *Penaeus* species: perspectives on controlled shrimp maturation systems for high quality nauplii production. In: *Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming*. (ed. by Wyban, J.). World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA. 22-51p.
- BROWDY, CL. 1998. Recent developments in penaeid broodstock and seed production technologies: improving the outlook for superior captive stocks. *Aquaculture*, 164: 3-21.
- CAVALLI, RO, WJ WASIELESKY, CS FRANCO & KF MIRANDA. 1996. Evaluation of the short-term of ammonia, nitrite and nitrate to *Penaeus paulensis* (Crustacea, Decapoda) broodstock. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* (39): 567-575.
- CAVALLI, RO, MP SCARDUA. & WJ WASIELESKY. 1997. Reproductive performance of different sized wild and pond-reared *Penaeus paulensis* females. *Journal of the World Aquaculture Society*, 28: 260-267.
- CAVALLI, RO, SM PEIXOTO & WJ WASIELESKY. 1998. Performance of *Penaeus paulensis* broodstock under long-term exposure to ammonia. *Aquaculture Research*, 29: 815-822.
- CAVALLI, RO, M TAMTIN, P LAVENS & P SORGELOOS. 2001. Variations in lipid classes and fatty acid content in tissues of wild *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) females during maturation. *Aquaculture*, 193: 311-324.
- CLARK, J. 1986. Inhibition of moulting in *Penaeus semisulcatus* (De Haan) by long-term hypoxia. *Aquaculture*, 52: 253-254.
- CROCOS, JP & JG COMMAN. 1997. Seasonal and age variability in the reproductive performance of *Penaeus semisulcatus* broodstock: optimising broodstock selection. *Aquaculture*, 155: 55-67.
- DALL, W, BJ HILL, PC ROTH LISBERG. & DJ STAPLES. 1990. The Biology of the Penaeidae. *Advances in Marine Biology Academic Press, London, UK.* 489p.
- D'INCAO, F. 1995. Taxonomia, padrões distribucionais e ecológicos dos Dendrobranchiata (Crustacea: Decapoda) do Brasil e Atlântico Ocidental. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Paraná, Brasil.

- D'INCAO, F, H VALLENTINI & LF RODRIGUES. 2000. Avaliação da pesca de camarão nas regiões Sudeste e sul do Brasil. *Atlântica*, 24: 103-116.
- FRÓES, CN. 2006. Efeito de dietas práticas com diferentes níveis de proteína na sobrevivência e crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967). Dissertação de Mestrado em Aqüicultura, Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil. 32p.
- HANSFORD, SW. & JJ MCGUREN. 1991. Maturation of the Japanese king prawn *Penaeus japonicus* from a south east Queensland prawn farm. In: *Abstracts of the Fifth Annual Conference of the Australian Mariculture Association* (ed. by the Australian Mariculture Association). The University of Queensland, Brisbane, Australia. 57p.
- HANSFORD, SW, JJ MCGUREN. & GE MARSDEN. 1993. The effect of substrate type on the ovarian maturation of *Penaeus japonicus* Bate. *Asian Fisheries Science*, 6: 283-293.
- HARGREAVES, J. 1998. Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. *Aquaculture*, 166: 181-212.
- HUDINAGA, M. 1942. Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. *Japanese Journal of Zoology*, 10: 305-393.
- IWAI, M. 1978. Desenvolvimento larval e pós-larval de *Penaeus* (*Melicertus*) *paulensis* Pérez Farfante, 1967 (Crustacea: Decapoda) e o ciclo de vida dos camarões do gênero *Penaeus* da região centro sul do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 137p.
- KIR, M, M KUMLU & OT EROLDGAN. 2004. Effect of temperature on acute toxicity of ammonia to *Penaeus semisulcatus* juveniles. *Aquaculture* 241: 479-489.
- LUIS, OJ & AC PONTE. 1993. Control of reproduction of shrimp *Penaeus kerathurus* held in captivity. *Journal of the World Aquaculture Society*, 24: 31-39.
- MARCHIORI, MA & MH BOFF. 1983. Induced maturation, spawning and larvae culture of the pink shrimp *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. *Memorias Asociación Latinoamericana Acuicultura*, 5: 331-337.
- MARCHIORI, MA & RO CAVALLI. 1993. Maturação de *Penaeus paulensis* em escala comercial num sistema de recirculação semi-fechado. In: *Anais do IV Simpósio sobre Cultivo de Camarão* (ed. MCR Aqüicultura). Associação Brasileira de Criadores de Camarão, João Pessoa, Brasil. 385-398.

- MARCHIORI, AM. 1996. Guia ilustrado de maturação e larvicultura do camarão-rosa *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. Editora FURG. Rio Grande-RS. 79p.
- MENASVETA, P, S SANGPRADUB, S PIYATIRATITIVORAKUL & AW FAST. 1994. Effects of broodstock size and source on ovarian maturation and spawning of *Penaeus monodon* Fabricius from the Gulf of Thailand. *Journal of the World Aquaculture Society*, 25: 41-49.
- MARTINS, TG, RO CAVALLI, RC MARTINO, CEM REZENDE & WJ WASIELESKY. 2006. Larviculture output and stress tolerance of Farfantepenaues paulensis postlarvae fed Artemia containing different fatty acids. *Aquaculture* 252: 525-533.
- MUGNIER, C & C JUSTOU. 2004. Combined effect of external ammonia and molt stage on the blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* physiological response. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 309: 35-46.
- OLIVEIRA, A, E BELTRAME, E ANDREATTA , A SILVA, SW COSTA & S WESTPHAL. 1993. Crescimento do camarão rosa "*Penaeus paulensis*" no repovoamento da Lagoa de Ibiraquera, Santa Catarina, Brasil. In: Anais IV Simpósio Brasileiro sobre Cultivo de Camarão, 1993. João Pessoa, Brasil. 439-451 .
- OSTRENSKY, A. 1991. Toxicidade da ammonia e do nitrito no processo produtivo de pós-larvas do camarão-rosa, *Penaeus paulensis*, Pérez-Farfante, 1967. tese de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, PR. 105p.
- PALACIOS, E & I RACOTTA. 1999. Spawning frequency analysis of wild and pond-reared pacific white shrimp *Penaeus vannamei* broodstock under large-scale hatchery condition. *Journal of the World Aquaculture Society*, 30: 180-191.
- PALACIOS, E, CI PEREZ-ROSTRO, JL RAMIREZ, AM IBARRA & IS RACOTTA. 1999. Reproductive exhaustion in shrimp (*Penaeus vannamei*) reflected in larval biochemical composition, survival and growth. *Aquaculture*, 171: 309-321.
- PALACIOS, E, CI PEREZ-ROSTRO, JL RAMIREZ, AM IBARRA & IS RACOTTA. 1999. Reproductive exhaustion in shrimp (*Penaeus vannamei*) reflected in larval biochemical composition, survival and growth. *Aquaculture*, 171: 309-321.
- PALACIOS, E, AM IBARRA & IS RACOTTA. 2000. Tissue biochemical composition in relation to multiple spawning in wild and pond-reared *Penaeus vannamei* broodstock. *Aquaculture*, 185: 353-371.

- PEIXOTO, S, RO CAVALLI & W WASIELESKY. 2003a. The influence of water renewal rates on the reproductive and molting cycles of *Penaeus paulensis* in captivity. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46: 281-286.
- PEIXOTO, S, RO CAVALLI, F D'INCAO, A MILACH. & WJ WASIELESKY. 2003b. Ovarian maturation of wild *Farfantepenaeus paulensis* in relation to histological and visual changes. *Aquaculture Research*, 34: 1-6.
- PEIXOTO, S, RO CAVALLI, D KRUMMENAUER, W WASIELESKY & F D'INCAO. 2004. Influence of artificial insemination on the reproductive performance of *Farfantepenaeus paulensis* in conventional and unisex maturation systems. *Aquaculture*, 230: 197-204.
- PEIXOTO, S, RO CAVALLI & W WASIELESKY. 2005. Recent developments on broodstock maturation and reproduction of *Farfantepenaeus paulensis*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48 (6): 997-1006.
- POERSCH, LHS & MA MARCHIORI. 1992. Efeito do oxigênio no camarão rosa *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. In: *Anais do VII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura*. (ed. ABRAq). Associação Brasileira de Aqüicultura, Peruíbe, Brasil. 115p.
- PRETO, AL, RO CAVALLI, T PISSETTI, PC ABREU & WJ WASIELESKY. 2005. Efeito da densidade de estocagem sobre o filme e o desempenho de pós-larva do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivadas em gaiolas. *Ciência Rural*. 35 (6) 1417-1423.
- PRIMAVERA, JH. 1979. Notes on the courtship and mating behavior in *Penaeus monodon* Fabricius (Decapoda, Natantia). *Crustaceana*, 37: 287-292.
- PRIMAVERA, JH. 1985. A review of maturation and reproduction in closed thelycum penaeids. In: *Proceedings of the First International Conference on Culture of Penaeid Prawns and Shrimps* (ed. by Taki Y., Primavera J.H. & Llobrera J.A.). SEAFDEC Aquaculture Department, Iloilo, Philippines. 47-64p.
- PRIMAVERA, JH & R POSADAS. 1981. Studies on the egg quality of *Penaeus monodon* Fabricius, based on morphology and hatching rates. *Aquaculture*, 22: 269-277.
- PUDADERA, RA, JH PRIMAVERA & ATG YOUNG. 1980. Effects of different sex ratios on maturation fecundity and hatching of ablated *Penaeus monodon* wild stock. *Fisheries Research Journal of the Philippines*, 5: 1-6.

- QUESADA, J, C BEGIN, L VINATEA, E BELTRAME & H CHOCOBAR. 2000. Effect of four types of substrate on growth and survival of juvenile white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936). In: *Anais of XI Simpósio Brasileiro de Aqüicultura*. (ed. ABRAq). Florianópolis, SC, Brasil. 1-9p.
- REIS, EG & F D'INCAO. 2002. The present status of fisheries of extreme Southern Brazil: an effort towards community-based management. *Ocean & Coastal Management*, 43: 585-595.
- REIS, MA, E BELTRAME, R PETERSEN & G PORTILLO. 1998. Reprodução em cativeiro do “camarão-rosa” *Penaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967): Estudo comparativo de diferentes sistemas de maturação, desova e eclosão. *Anais do Aqüicultura Brasil 98*. Recife, PE, Brasil. 657-679p.
- SAINT-BRISSON, S. 1985. The mating behavior of *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967 (Decapoda, Penaeidae). *Crustaceana*, 50: 108-110.
- SEIDMAN, E & A LAWRENCE. 1985. Growth, feed digestibility, and proximate body composition of juvenile *Penaeus vannamei* and *Penaeus monodon* grown at different dissolved oxygen levels. *Journal of the World Mariculture Society*, 16: 333-346.
- SELLARS, MS, SJ ARNOLD, PJ CROCOS & GJ COMAN. 2004. Physical changes in brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*) condition when reared at high-densities and their capacity for recovery. *Aquaculture*, 232: 395-405.
- SPOTTE, S. 1979. Sea water aquariums. The captive environment, John Wiley Interscience, New York, 413 p.
- SUGUIO, K. 1973. Introdução à sedimentologia. Editora Edgar Blücher. São Paulo, Brasil. 317p.
- VAZQUEZ-BOUCARD, GC, JE PATROIS & JH CECCALDI. 2004. Exhaustion of lipid reserves in the hepatopancreas of *Fenneropenaeus indicus* broodstock in relation to successive spawnings. *Aquaculture*, 236: 523-537.
- VINATEA, L. 1997. Aqüicultura e desenvolvimento sustentável. Editora UFSC, Florianópolis, SC, Brasil. 310p.
- UNESCO 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Manual and Guides 12, Intergovernmental Oceanographic Commission.
- USUKI, T. 2001. Japanese passion for shrimp. Culture affects consumption. *The Advocate*. 95-96.

WASIELESKY, W, SM PEIXOTO, MHS SANTOS & RO CAVALLI. 2002. Cultivo do camarão-rosa como alternativa de geração de renda. *In:* A. I. Calderón & H. Sampaio (Eds.), Extensão Universitária: Ação Comunitária em Universidades Brasileiras. Olho D'Água, São Paulo, Brasil. 17-27p.