



Dissertação de Mestrado

Flocos microbianos: aspectos zootécnicos do cultivo do camarão-rosa

Farfantepenaeus paulensis e Farfantepenaeus brasiliensis

Maurício Gustavo Coelho Emerenciano

Rio Grande-RS-Brasil

Fevereiro, 2007

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

Flocos microbianos: aspectos zootécnicos do cultivo do camarão-rosa
Farfantepenaeus paulensis e Farfantepenaeus brasiliensis

Maurício Gustavo Coelho Emerenciano

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Aqüicultura como parte dos
requisitos para obtenção do título
de Mestre em Aqüicultura.

Orientador: Wilson Wasielesky Jr.

Co-orientadora: Roberta B. Soares

Rio Grande-RS-Brasil

Fevereiro, 2007

**“A alegria está na
luta, na tentativa,
no sofrimento... e
não somente na
vitória
propriamente dita.”**

Maria Luiza de Souza Coelho Emerenciano – 30/07/2006

DEDICATÓRIA

*À minha querida avó Irma Kurpan Coelho,
Aos meus carinhosos pais Maria Luiza de
Souza Coelho Emerenciano e Luiz Raizer
Emerenciano guerreiros defensores do
sucesso de seus filhos,
À meus irmãos Luiz Eduardo Coelho
Emerenciano e
Michelle Coelho Emerenciano,
À toda minha fraterna e calorosa
família,
Aos meus eternos amigos Diogo Lopes,
Rafael Mansano e tantos outros, pelo
incansável apoio e dedicação
e a minha amada namorada Thais Fedatto
Abelha,
Por tudo aquilo que agora sou e porque
jamais encontrarei forma de retribuir...*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao dom mais precioso de todos, onde pude realizá-lo de modo intenso aqui no Cassino nesses últimos meses, o dom de viver;

Ao orientador e amigo Prof^o. Dr. Wilson Wasielesky Jr. pelos ensinamentos repassados, pela confiança depositada e, sobretudo, pela paciência, amizade, descontração, alegria e companheirismo sempre presentes;

À Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG pela oportunidade de ensino gratuito e de qualidade;

À todos os professores, amigos e funcionários da Estação Marinha de Aquicultura – EMA por este curto, porém intenso período de ensinamento e dedicação onde tive o imenso prazer de conviver, em especial aos amigos Ronaldo Cavalli, Eduardo Ballester, Silvio Peixoto, Luis Poersch (Mineiro), Roberta Soares, Luis Sampaio, Marcelo Tesser, Tatiana Germano, Neide (secretaria), Sandro (laboratorista), Santa Casa, ao grande e eterno Sr. Hermes (serviços gerais ou seja faz tudo), Getúlio (secretaria) entre outros, pela sempre disponibilidade, valiosas sugestões, atenção e a amizade infinita;

Aos grandes amigos do Cassino e companheiros de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, em especial a Roberta, Bruna, Eduardo (Talibã), Gustavo Vita, Arnado Russo, Sampaio (EMATER-RS), Cíntia Nakayama, Diana Mutti, Charles Froés, Viviana (Vivi), Ângela Milach, entre tantos outros que de alguma maneira ajudaram a enriquecer este trabalho e pela sempre calorosa amizade e disponibilidade;

Ao Projeto Camarão EMA-FURG por esses períodos valiosos de trabalho em grupo, confiança depositada, oportunidades cedidas e, sobretudo uma grande amizade;

À CAPES pelo suporte financeiro e concessão da bolsa;

À banca examinadora composta pelos professores Luis Vinatea Arana, Ronaldo Cavalli e Wilson Wasielesky, incríveis educadores onde sempre me espelharei;

À família LARUS pela amizade e carinho onde tive o prazer de conviver belos e inesquecíveis momentos, em especial ao Renato, a Cris, ao Neve, entre tantos outros.

Ao grande e eterno amigo Diogo Luis de Alcântara Lopes pela incrível paciência, amizade incalculável e cumplicidade cultivada por esses longos anos;

Ao grande amigo Rafael Mansano Martins e aos leais amigos de Cascavel-PR que apesar da distância estavam sempre dispostos e torcendo por mim;

Á minha família que representa minha vida;

Á minha namorada Thais Fedatto Abelha pela compreensão, amizade, cumplicidade e carinho sempre presente;

Á todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a realização deste sonho que está se concretizando e também aos que fizeram de seus objetivos suas metas de vida.

Agradeço

ÍNDICE

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUÇÃO GERAL.....	5
OBJETIVOS.....	13
MATERIAL E MÉTODOS.....	14
<i>Local dos experimentos.....</i>	14
<i>Material Biológico, Tratamentos e Delineamento Experimental.....</i>	15
<i>Experimento 1</i>	15
<i>Experimento 2.....</i>	16
<i>Experimento 3.....</i>	17
<i>Formação dos Flocos Microbianos.....</i>	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
<i>Experimento 1</i>	20
<i>Experimento 2.....</i>	25
<i>Experimento 3.....</i>	28
<i>Discussões Gerais</i>	31
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

RESUMO

A relevância deste estudo consistiu em avaliar o potencial dos flocos microbianos em comparação aos cultivos convencionais em “águas-claras” no crescimento e sobrevivência de pós-larvas de *Farfantepenaeus paulensis* e *Farfantepenaeus brasiliensis*. As pós-larvas de *F. paulensis* (experimento 1) foram cultivadas na fase de pré-berçário durante 15 dias na densidade de 10PL/L. Já no experimento 2 e 3, durante 30 dias foram cultivadas pós-larvas (PL25) de *F. paulensis* e de *F. brasiliensis* na densidade de 500PL/m², nos seguintes tratamentos: cultivo na presença do floco microbiano com fornecimento de ração: (FLOC + R); cultivo na presença do floco sem fornecimento de ração: (FLOC); cultivo em água clara com o fornecimento de ração: (AC + R) e cultivo em água clara sem o fornecimento de ração: (AC) (este último somente no trabalho realizado com *F. brasiliensis*), sendo cada unidade experimental constituída por uma caixa plástica retangular com volume unitário útil de 40 litros (experimento 1 e 2) e tanques-rede (experimento 2) – ambos denominados microcosmos, onde as caixas eram providas de aeração através de pedras porosas e taxa de recirculação total diária de aproximadamente 150%/dia. Para tal recirculação, a água foi bombeada de um tanque matriz de 7000 L onde ocorreu cultivo intensivo de camarões em meio heterotrófico e troca zero por meio de bomba submersa e retornou por gravidade. No estudo com *F. brasiliensis*, os tanques-rede foram alocados diretamente dentro do tanque matriz para os tratamentos em meio aos flocos microbianos. No cultivo em “água clara” foi utilizado um reservatório de fibrocimento com volume útil de 800 litros (renovada 100% diariamente), seguindo o mesmo esquema de recirculação e bombeamento acima descrito ou alocados diretamente no mesmo (experimento 3). A formação dos agregados microbianos respeitou as seguintes etapas: povoamento do “tanque-matriz” com camarões juvenis (\pm 5g), inoculação da diatomácea *Thalassiosira weissflogii* e fertilização orgânica respeitando a relação C/N nominal (em peso) de 30:1, balanceada de acordo com a composição bromatológica de cada ingrediente (farelo de trigo, melão de cana de açúcar e a própria ração fornecida aos animais). Os resultados demonstraram que no experimento 1 o tratamento em meio aos flocos microbianos com fornecimento de ração, as pós-larvas obtiveram ao final do experimento maior peso final, ganho de peso (15 dias) e comprimento final, comparados

aos demais tratamentos ($P < 0,05$). Em relação à sobrevivência, o tratamento com e sem fornecimento de ração em meio aos flocos não diferiram entre si ($P > 0,05$), mas foram superiores ao tratamento em água clara com fornecimento de ração ($P < 0,05$). No experimento 2, os tratamentos na presença dos flocos microbianos com fornecimento de ração e em água clara com o fornecimento de ração não diferiram entre si ($P > 0,05$), em relação ao peso final, ganho de peso (30 dias), comprimento final e sobrevivência. No entanto, ambos demonstraram resultados superiores ($P < 0,05$) quando comparados ao tratamento onde os animais foram cultivados em meio heterotrófico sem o fornecimento de ração. Já no experimento 3, em relação ao peso final, os animais cultivados em meio aos flocos com e sem fornecimento de ração não diferiram entre si ($P > 0,05$), entretanto apresentando peso final e ganho de peso (30 dias) superior ($P < 0,05$) aos animais cultivados sem a presença do agregado. Contudo, não foram observados efeitos dos tratamentos sobre a sobrevivência e comprimento total final, exceto no tratamento AC onde os animais apresentaram tamanho menor ($P < 0,05$). Assim, de uma maneira geral, a presença dos flocos microbianos contribuiu para um melhor crescimento e sobrevivência dos camarões. Este fato pode ser atribuído a uma enorme gama de microrganismos presente no meio, sendo esta rica fonte de aminoácidos essenciais, vitaminas, habilidade animal em capturar o material, entre outros, além de anular a emissão de efluentes em ambientes adjacentes, contribuindo para um cultivo mais racional.

ABSTRACT

The relevance of this study consisted of evaluating the microbial flocs potential in comparison with the conventional culture in "clear-water" in growth and survival of *Farfantepenaeus paulensis* and *Farfantepenaeus brasiliensis* post-larvae. *F. paulensis* post-larvae (experiment 1) were cultivated in the pre-nursery phase for 15 days in the density of 10PL/L. Already in the experiment 2 and 3, for 30 days post-larvae were cultivated (PL25) of *F. paulensis* and of *F. brasiliensis* in the density of 500PL/m², in the following treatments: culture in the presence of the microbial floc with ration supply: (FLOC + R); culture in the presence of the floc without ration supply: (FLOC); culture in clear water with the ration supply: (AC + R) and culture in clear water without the ration supply: (AC) (this last one only in the work accomplished with *F. brasiliensis*), being each experimental unit constituted by a rectangular plastic box with useful unitary volume of 40 liters (experiment 1 and 2) and tank-net (experiment 2) - both denominated microcosms, where the boxes were provided of aeration through porous stones and total daily recirculation rate of approximately 150%/day. For this recirculation, the water was pumped of 7000 L main tank where it happened intensive shrimps culture in heterotrophic rearing media and zero exchange through submerged bomb and it came back for gravity. In the study with *F. brasiliensis*, the tank-net was allocated directly inside of the main tank for microbial flocs treatments. In "clear water" culture, fibro-cement reservoir was used with useful volume of 800 liters (renewed 100% daily), following the same recirculation outline and pumped above described or allocated directly in the same (experiment 3). The microbial attached formation respected the following stages: settlement of the "main-tank" with juveniles shrimps (5g), *Thalassiosira weissflogii* diatom inoculation and organic fertilization respecting the nominal relationship C/N (in weight) of 30:1, balanced in agreement with the bromatology composition of each ingredient (wheat bran, molasses of cane of sugar and the own ration supplied the animals). Experiment 1 results demonstrated that in microbial flocs rearing media treatment with ration supply, the post-larvae obtained at the end of the experiment larger final weight, weight gain (15 days) and final length, compared to the other treatments (P <0,05). In relation to the survival, the treatment with and without ration supply the flocs didn't differ to each other (P>0,05), but they were superior to the treatment

in clear water with ration supply ($P < 0,05$). In the experiment 2, the treatments in the presence of the microbial flocs with ration supply and in clear water with the ration supply didn't differ to each other ($P > 0,05$), in relation to the final weight, weight gain (30 days), final length and survival. However, both demonstrated superior results ($P < 0,05$) when compared to the treatment where the animals were cultivated in heterotrophic rearing media without the ration supply. Already in the experiment 3, in relation to the final weight, the animals culture in microbial flocs with and without ration supply didn't differ to each other ($P > 0,05$), however presenting final weight and weight gain (30 days) superior ($P < 0,05$) to the animals cultivated without the attached's presence. However, effects of the treatments were not observed on the survival and final total length, except in the treatment AC where the animals presented smaller size ($P < 0,05$). Like this, in a general way, the presence of the microbial flocs contributed to a better growth and survival of the shrimps. This fact can be attributed to an enormous range of microorganisms present in the rearing media, being this rich source of essential amino acids, vitamins, animal ability in capturing the material, among other, besides annulling the wastes emission in adjacent atmospheres, contributing to a more rational cultivation.

INTRODUÇÃO GERAL

A carcinicultura brasileira vive um momento impar em toda sua história. O surgimento de enfermidades em várias regiões do país, atrelado a ação “*antidumping*” promovida por pescadores norte-americanos, fez com que os produtores se adequassem a novos manejos em seus cultivos e buscassem novos mercados para a comercialização de seus produtos.

Segundo Wasielesky et al. (2006a) o cultivo de camarões marinhos nas Américas pode ser dividido em três períodos, se levarmos em consideração as estratégias de cultivo utilizadas. O primeiro deles (anos 80/90) foi marcado pelas grandes áreas de cultivo em viveiros utilizando baixas densidades de estocagem. Neste período o país com maior produção foi o Equador, com produtividades médias em torno de 500 kg/ha/ano. O segundo período, nos anos noventa, caracterizou-se também pelos cultivos em viveiros utilizando, porém, mais tecnologia, como é o caso do Brasil, com produtividades acima de 6000 kg/ha/ano. Enquanto isso, nos Estados Unidos da América, Hopkins e colaboradores iniciaram pesquisas para o desenvolvimento de tecnologias ambientalmente amigáveis com objetivos de diminuir a emissão de efluentes com produtividades também acima de 5000 kg/ha/ano. Apesar dos esforços, o surgimento de doenças como a Síndrome de Taura, Mancha Branca, entre outras, prejudicou a atividade em diferentes países americanos. Em decorrência disso, nos últimos cinco anos surgiu o terceiro momento dos cultivos de camarões, com o uso de novas tecnologias desenvolvidas, principalmente, nos Estados Unidos (Browdy et al., 2001) e em Belize (Burford et al., 2003), com objetivo de produzir camarões em sistemas fechados, com maior biossegurança e com diminuição da emissão de efluentes.

AQUICULTURA E O MEIO AMBIENTE

Dentre diversos fatores para que a prática da carcinicultura tenha êxito é necessário que a qualidade de água seja mantida. Convencionalmente, uma vez que quando se aumenta a densidade de organismos, é necessário um aumento proporcional nas taxas de renovação de água. A densidade de organismos no cultivo e a taxa de renovação de água

nestes, são as duas principais variáveis associadas com o nível de intensificação da aquacultura (Gómez-Galindo, 2000). Mesmo que a taxa de renovação de água tenha um efeito positivo no sentido de manter a qualidade de água dos viveiros, ela tende a acarretar também efeitos negativos, como a degradação das águas do ambiente adjacente pelo excesso de nutrientes provenientes de efluentes dos sistemas de cultivos, que transporta produtos fosfatados, nitrogenados, bem como matéria orgânica (Clark, 1995).

Através de veículos de comunicação, manifestos de ONG's e demais entidades, a carcinicultura vem sofrendo, tanto no Brasil como em todo o mundo, severas críticas, sendo acusada de ser uma atividade danosa ao meio ambiente, além de impactante do ponto de vista social. Entre as principais acusações estão: ocupação de ecossistemas costeiros alagados e destruição de manguezais, alteração de fluxos hidrológicos em estuários, introdução de espécies exóticas, poluição química e orgânica, disseminação de enfermidades, deslocamento de populações, entre outras (Rodrigues, 2001; Ostrensky e Barbieri, 2002).

Apesar de muitos destes impactos serem difíceis de mensurar, há inúmeros relatos comprovados que parte desses efeitos podem realmente ocorrer e causar danos ao meio ambiente (Lacerda et al., 2005; Trott e Alongi, 2000). Entretanto, na maioria das vezes estes problemas são causados pela falta de planejamento e gerenciamento por parte de alguns produtores e pela omissão das instituições governamentais envolvidas nas questões relacionados a políticas públicas e ordenamento dos recursos naturais, entre outros (Rodrigues, 2001).



Figura 1 – Fazenda de camarão marinho baseado em sistemas semi-intensivo de cultivo no Nordeste brasileiro. (Fonte: site CAMANOR S/A)

AQUICULTURA E PESCA

Naylor et al. (2000) questionam a problemática da aquicultura em diversas vertentes. Uma delas polemiza a questão da depleção dos estoques naturais de pescados (principalmente de peixes de baixo nível trófico como as anchovetas *Engraulis sp.*, sardinhas *Strangomera sp.*, entre outros), sendo a aquicultura como uma possível minimização ao esforço de pesca. No entanto, o mesmo artigo questiona uma indústria pesqueira toda focada na pesca desses mesmos recursos para abastecer as fábricas de rações para a aquicultura. Assim, emerge a dúvida: o que fazer? Os mesmos autores ressaltam a importância de um manejo baseado em menores densidades de estocagem, maximizando a utilização da produtividade natural presentes nos viveiros de cultivo, e o uso de espécies de baixo nível trófico.

No entanto, a pesca do camarão marinho nos últimos anos se encontra em patamares muito longe aos níveis sustentáveis. Segundo D'Incao (2002), no sudeste e sul do Brasil a pesca do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis* e *Farfantepenaeus brasiliensis*) entrou em declínio devido principalmente ao crescimento desordenado da frota industrial, incremento da pesca artesanal nas áreas de criadouro (estuários e lagunas), minimização dos resultados esperados pela adoção do defeso, face à inconstância das diretrizes que o regem e pequena eficácia da legislação pesqueira, associada à ineficiência da fiscalização.

Além de o próprio camarão como recurso pesqueiro encontrar-se em situação de acentuado declínio, a fauna acompanhante (dependendo da modalidade de pesca utilizada) vem sendo severamente impactada, além de alguns tipos de modalidade de pesca comprometer outras espécies, como pinípedes (lobos marinhos e focas), cetáceos (botos e golfinhos) e quelônios (tartarugas). Isso se deve principalmente ao tamanho de malha utilizado nas redes de arrasto, bem como ao esforço de pesca praticado, que nos últimos anos vem aumentando consideravelmente (Reis e D'Incao, 2000). Alguns relatos citam que para aproximadamente 1 kg de camarão marinho capturado na pesca de arrasto, estima-se que são capturados 10 kg de fauna adjacentes (peixes, gastrópodes, cefalópodes, outros crustáceos, entre outros).

SISTEMAS “ZEAH”

Existem inúmeros exemplos ao redor do mundo de que, se conduzida apropriadamente com práticas sustentáveis, a carcinicultura marinha não é prejudicial ao meio ambiente (Rodrigues, 2001). Portanto, o que se deseja como futuro para a atividade de carcinicultura em nosso país é o seu desenvolvimento sustentável, ou seja, um desenvolvimento que provê, a todos, os serviços econômicos e ambientais básicos, sem ameaçar a viabilidade dos sistemas naturais, político-social e construído, dos quais estes serviços dependem (Ostrensky e Barbieri 2002).

Dentro deste contexto, os cultivos de organismos aquáticos sem renovação de água através de uma biota predominantemente aeróbica e heterotrófica (ou em inglês *Zero Exchange, Aerobic, Heterotrophic Culture Systems-“ZEAH”*), vêm surgindo como um novo paradigma na aqüicultura mundial. Devido ao menor uso da água, o que representa uma diminuição na emissão de efluentes e conseqüentemente reduzindo o impacto ambiental, a aplicação destes sistemas atendem os conceitos de uma aqüicultura responsável e ambientalmente correta (Figura 2). A vantagem desse sistema é a diminuição do uso da água, diminuindo a emissão de efluentes e conseqüentemente reduzindo o impacto ambiental (Wasielesky et al, 2006a). Além das vantagens citadas anteriormente, há inúmeros relatos de incremento na produção ao redor de 5.000 kg/ha (Hopkins et al. 1995; Browdy et al. 2001).

Segundo Cuzon et al. (2004), no final da década de 90 os países americanos, com destaque para a produção mexicana e equatoriana, alcançaram uma produção ao redor de 132.000 toneladas. Porém, esses valores nem sempre são práticas sustentáveis e enfermidades como o Vírus da Síndrome de Taura em diversos países da América do Sul e a NIM (Vírus da Mionecrose) no Nordeste brasileiro arrasaram fazendas inteiras e trouxeram enormes prejuízos (Brock et al. 1997; Lightner e Pantoja 2004; Nunes et al. 2004).

Os sistemas “ZEAH” reduzem o risco de introdução e disseminação de doenças, além de incrementar a dieta dos animais através da produtividade natural presentes nos viveiros (McIntosh et al., 2000; Bratvold e Browdy, 2001; Moss et al., 2001; Samocha et al., 2001; Weirich et al., 2002 e Burford et al., 2003).



Figura 2 – (a) Sistema “ZEAH” (Zero Exchange, Aerobic, Heterotrophic Culture Systems) em uma fazenda na América Central; (b) Ilustração esquematizando uma possível propagação de enfermidades em uma região produtora de camarões na Austrália (Fonte: Roberta Soares)

Neste sistema através de uma forte aeração, macro agregados ou “flocos” são formados durante o ciclo de produção, sendo constituídos principalmente de microalgas, fezes, exoesqueletos, restos de organismos mortos, bactérias, protozoários, invertebrados, entre outros (Decamp et al., 2002). Uma vez formados, eles servem de suplemento alimentar aos animais, bem como assimilam compostos nitrogenados presentes na água de cultivo, sendo a mesma reutilizada por diversos ciclos. Moriarty (1997) descreveu a função dos microrganismos nas cadeias alimentares aquáticas salientando sua importância como parte da dieta dos organismos cultivados.



Figura 3 e 4 – Estufas ou “green-houses” baseado no sistema “ZEAH” (Zero Exchange, Aerobic, Heterotrophic Culture Systems) no Waddell Mariculture Center – Carolina do Sul – USA e detalhe no uso de substratos artificiais para promover a produtividade natural nos viveiros (Foto: Wilson Wasielesky Jr.).

Outro fator de suma importância associado à formação dos flocos microbianos e ao incremento na produtividade primária é o fato da utilização de menores teores de proteína bruta nas rações, sendo agora suprida pela produção natural, acarretando em diminuição nos custos, além de ambientalmente correto (Moss, 2002; Browdy et al., 2001; Samocha et al., 2004; Ballester et al., 2006). McAbee et al. (2003) verificaram sobrevivências superiores a 90% em cultivo super-intensivo de juvenis de *Litopenaeus vannamei* em sistemas fechados utilizando raceways em estufas. Recentemente Wasielesky et al. (2006b), avaliaram o efeito da produtividade natural em meio heterotrófico com juvenis de *L.vannamei* confirmando os efeitos positivos do meio, sobre o crescimento, consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e sobrevivência.



Figura 5 e 6 – Camarões na fase final de engorda e despesca em cultivos baseados nos sistema “ZEAH” no Waddel Mariculture Center – Carolina do Sul – USA (Foto: Wilson Wasielesky Jr.).

Assim, os cultivos em sistemas fechados permitem programar protocolos de biossegurança para administrar vetores de doenças. Através do canal de abastecimento pode ser administrada a troca zero ou mínimo de água, e quando esta ocorre, a mesma pode ser recirculada ou destinada a tanques de sedimentação ou filtrada com o retorno da água para o sistema, o que reduz consideravelmente as possibilidades de propagações de enfermidades aos ambientes adjacentes.

AS ESPÉCIES Farfantepenaeus paulensis e Farfantepenaeus brasiliensis

O cultivo dos camarões-rosa *Farfantepenaeus paulensis* e *Farfantepenaeus brasiliensis* (Figuras 7 e 8) podem ser lucrativos e vantajosos, pois estes crustáceos são relativamente mais tolerante às baixas temperaturas o que possibilita um período de cultivo mais prolongado, averiguado principalmente em *F. paulensis* por Peixoto et al. (2003), além de possuir um valor no mercado internacional atraente e promissor (Usuki, 2001). Essas espécies encontram-se distribuídas desde a Carolina do Norte (USA) até o Rio Grande do Sul (Brasil) – *F. brasiliensis*; e de Ilhéus (Bahia, Brasil) a Mar del Plata (Argentina) – *F. paulensis* (D’Incao, 1995), sendo que sua pesca é efetuada sobre seus dois estratos populacionais, através da captura de juvenis e pré-adultos em áreas estuarinas e lagunares (pesca artesanal) e a de adultos em águas oceânicas (pesca industrial) (D’Incao, 2002).

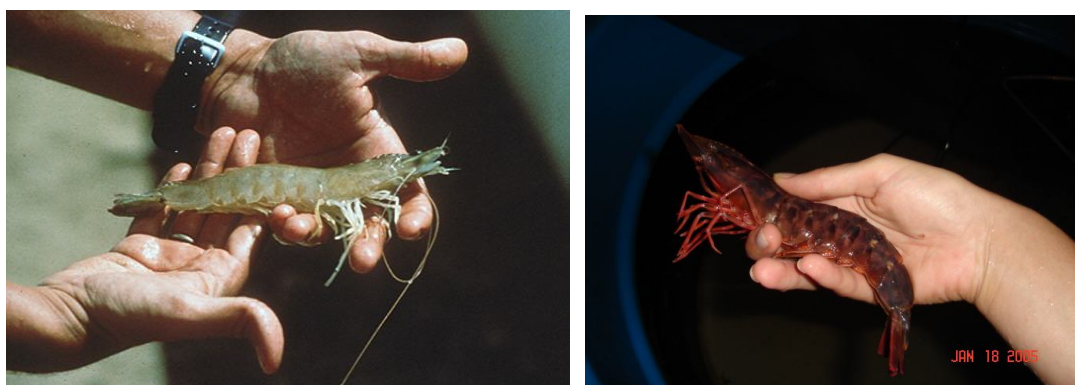


Figura 7 e 8 – Exemplos do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* e *brasiliensis* (Foto: Arquivo EMA).

O ciclo de vida desses animais é o mesmo apresentado pela grande maioria do grupo dos peneídeos (Figura 9). A reprodução e a desova ocorrem em mar aberto, dos ovos eclodem larvas planctônicas (denominadas náuplios) as quais posteriormente passam por outras duas fases de desenvolvimento (protozoa e mísica) até atingirem a fase de pós-larva ou megalópa. Como pós-larvas, ainda planctônicas, penetram em baías e /ou em zonas estuarinas onde adquirem o hábito bentônico passando a ser chamados de juvenis. Após permanecerem de 3 a 4 meses crescendo na região estuarina, os juvenis migram para o oceano onde tornam-se adultos (Neiva, 1966; Iwai, 1978; D’Incao, 1984).

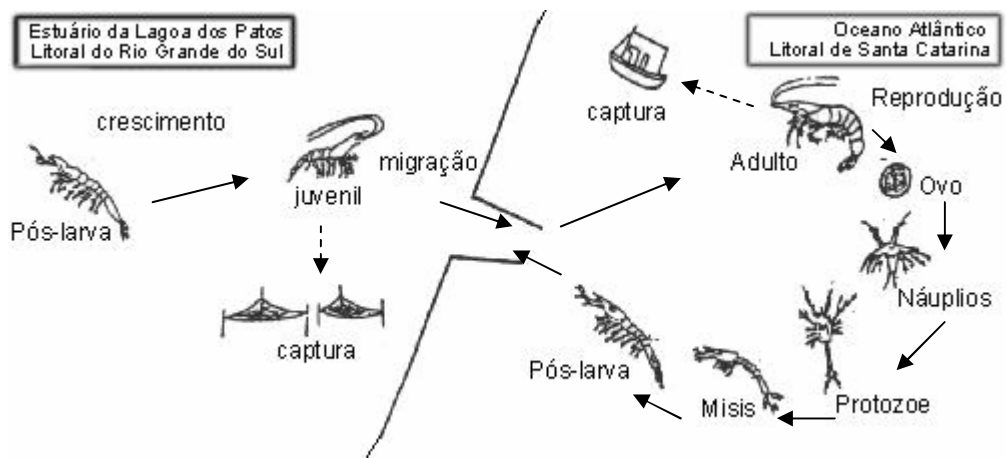


Figura 9 - Ciclo de vida do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* e sua relação com o estuário da Lagoa dos Patos e a pesca (Adaptado de Marchiori, 1996).

Em relação ao cultivo desses animais, um período de suma importância é a fase de berçário (período de aproximadamente 30 dias após a saída das pós-larvas do laboratório). Na carcinicultura atual esta fase vem sendo amplamente utilizada e caracteriza-se pela utilização de elevadas densidades de estocagem, altas taxas de renovação de água e fornecimento de alimento inerte, visando à produção de camarões maiores e mais resistentes, os quais geralmente atingem uma maior sobrevivência e maior tamanho em um menor período de cultivo (Apud *et al.* 1983). Além disso, animais maiores são mais tolerantes a mudanças abruptas das condições ambientais, típicas das regiões estuarinas e lagunares, e tem maior capacidade de fuga de eventuais predadores existentes nos viveiros (Rodríguez et al., 1993).

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

A relevância deste estudo consistiu em avaliar o potencial dos flocos microbianos no desempenho zootécnico das espécies nativas de camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* e *Farfantepenaeus brasiliensis*, avaliando a influência destes flocos na dieta dos animais com o intuito de gerar ferramentas e subsídios para futuros estudos, visando atender os preceitos de uma carcinicultura sustentável.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever uma metodologia para obtenção dos flocos microbianos em um meio heterotrófico baseados em uma relação de carbono/nitrogênio pré-determinada através de ingredientes orgânicos, citando todo o contexto envolvido na sua produção como parâmetros físico-químicos, entre outros;
- Avaliar o crescimento e sobrevivência na fase de pré-berçário do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* em meio heterotrófico (Experimento 1), bem como mensurar a sua salinidade letal mediana (SL50);
- Avaliar o crescimento e sobrevivência na fase de berçário do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* e *Farfantepenaeus brasiliensis* em meio heterotrófico (Experimento 2 e 3 respectivamente).

MATERIAL E MÉTODOS

LOCAL DOS EXPERIMENTOS

Os trabalhos foram desenvolvidos na Estação Marinha de Aquicultura Prof. Marcos Alberto Marchiori (EMA) localizada na Praia do Cassino (32°12'S e 51°50 W), município de Rio Grande-RS, pertencente à Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG (Figuras 10 e 11).

Atualmente, a Estação Marinha de Aquicultura Prof. Marcos Alberto Marchiori (EMA-FURG) é o único laboratório no Brasil a investir na produção de pós-larvas do camarão-rosa *F. paulensis*, e na ocasião dos estudos realizaram também com sucesso a larvicultura de *F. brasiliensis*.



Figuras 10 e 11 – Localização e vista parcial da Estação Marinha de Aquicultura – EMA/FURG, município de Rio Grande-RS (detalhe em vermelho).

MATERIAL BIOLÓGICO, TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Experimento 1

Foram utilizadas pós-larvas de *F. paulensis* (Figura 12) na idade PL10 (peso e comprimento médio $0,0014 \pm 0,001\text{g}$; $8,10 \pm 0,7\text{mm}$, respectivamente), cultivadas na fase de pré-berçário durante 15 dias na densidade de 10PL/L, obtidas através do processo de larvicultura realizado na própria estação, onde é empregada uma metodologia baseada em Marchiori (1996).

Os tratamentos foram constituídos em: cultivo na presença do floco microbiano com fornecimento de ração: (FLOC + R); cultivo na presença do floco sem fornecimento de ração: (FLOC) e cultivo em água clara com o fornecimento de ração: (AC + R). Os animais foram alimentados diariamente com ração comercial Purina® com 40% de PB, arraçoado duas vezes ao dia, fornecido e mensurado através de 100% da biomassa.

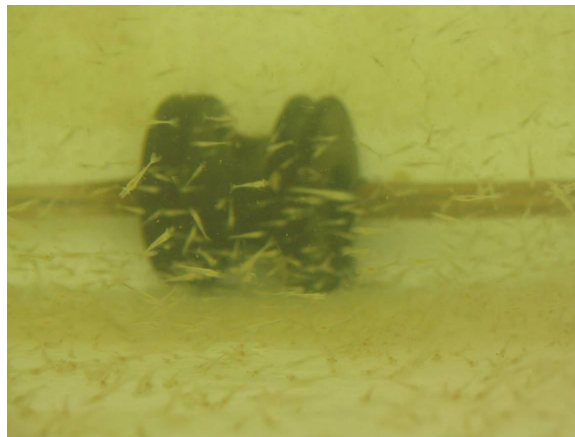


Figura 12 – Exemplos de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Foto: Arquivo EMA).

As pós-larvas foram distribuídas aleatoriamente em um delineamento inteiramente casualizado com três repetições, sendo cada unidade experimental constituída por uma caixa plástica retangular com volume unitário útil de 40 litros, denominada microcosmo (Figura 13), onde as caixas eram providas de aeração através de pedras porosas e taxa de recirculação total diária de aproximadamente 150%/dia. Para tal recirculação, nos

tratamentos em meio aos flocos a água foi bombeada de um tanque matriz de 7000 L (Figura 15 e 16) onde ocorreu cultivo intensivo de camarões em meio heterotrófico e troca zero (sistema “ZEAH”), por meio de bomba submersa e retornou por gravidade, baseando-se no estudo de Wasielesky et al. (2006).

No cultivo em “água clara” (água previamente filtrada em um filtro de areia) foi utilizado um reservatório de fibro-cimento com volume útil de 800 litros (renovada 100% diariamente), seguindo o mesmo esquema de recirculação e bombeamento acima descrito.

Um grupo adicional de pós-larvas (de acordo com os diferentes tratamentos) foram submetidas a um teste de estresse em diferentes salinidades (0, 1, 3, 5 e 10) por 24 e 48 horas, em garrafas plásticas de 2L, baseado em Wasielesky (2000). A resposta em termos de sobrevivência ao estresse causado foi calculada por intermédio do pacote estatístico “*Trimmed Spearman Karber Method*” (Hamilton et al., 1977).

Experimento 2

Durante 30 dias foram cultivadas pós-larvas (PL25) de *F. paulensis* (peso e comprimento médio $0,019 \pm 0,01g$; $18,83 \pm 2,7mm$, respectivamente), na densidade de $500PL/m^2$, obtidas também através do processo de larvicultura realizado na própria EMA.

Em relação aos tratamentos, os mesmos foram constituídos em: cultivo na presença do floco microbiano com fornecimento de ração: (FLOC + R); cultivo na presença do floco sem fornecimento de ração: (FLOC) e cultivo em água clara com o fornecimento de ração: (AC + R). Os animais foram alimentados diariamente com ração comercial Purina® com 40% de PB, arraçoado duas vezes ao dia, fornecido e mensurado através de 20% da biomassa.

As pós-larvas foram distribuídas aleatoriamente em um delineamento inteiramente casualizado com três repetições, sendo cada unidade experimental constituída pelas mesmas caixas plásticas acima descritas. A aeração e o sistema de recirculação para ambos os tratamentos seguem os mesmos padrões como citado no experimento anterior.

Experimento 3

Foram utilizadas pós-larvas de *F. brasiliensis* (peso e comprimento médio $0,025 \pm 0,01\text{g}$; $17,86 \pm 1,6\text{mm}$, respectivamente), obtidas na própria EMA, cultivadas na densidade de $500\text{PL}/\text{m}^2$.

Os tratamentos foram constituídos em: cultivo na presença do floco microbiano com fornecimento de ração: (FLOC + R); cultivo na presença do floco sem fornecimento de ração: (FLOC); cultivo em água clara com o fornecimento de ração: (AC + R) e cultivo em água clara sem o fornecimento de ração: (AC). Os animais foram alimentados diariamente com ração comercial Purina® com 40% de PB, arraçoado duas vezes ao dia, fornecido e mensurado através de 20% da biomassa.

As pós-larvas foram distribuídas aleatoriamente em um delineamento inteiramente casualizado com três repetições, sendo cada unidade experimental constituída por um tanque-rede (Figura 14), alocados diretamente no tanque matriz. Já no cultivo em “água clara” (água previamente filtrada em um filtro de areia) foi utilizado um reservatório de fibro-cimento com volume útil de 800 litros (renovada 100% diariamente) e alocados os tanques-rede no mesmo.



Figuras 13 e 14 – Microcosmos utilizados nos experimentos. Caixas plásticas utilizadas no cultivo de *F. paulensis* e tanques-rede utilizados no cultivo de *F. brasiliensis* (Fonte: Arquivo pessoal)

FORMAÇÃO DOS FLOCOS MICROBIANOS

Aproximadamente 30 dias antes do início dos experimentos propriamente ditos, a metodologia utilizada visando à formação dos flocos microbianos no tanque matriz foi baseada em critérios como densidade de animais utilizada, taxa e quantidade de fertilização orgânica, bem como tipo de fertilizantes empregados, dimensionamento do sistema de aeração (visando a ressuspensão do material, mantendo-o sempre na coluna d'água) e intensidade luminosa.

O manejo realizado no cultivo do tanque matriz consistiu em estocagem dos animais (juvenis de *F. paulensis* em uma densidade de 40 animais/m², onde os mesmos ajudaram na formação dos flocos), inoculação de diatomáceas *Thalassiosira weissflogii* na concentração aproximada de 5 x 10⁴ cél./ml e após aproximadamente 10 dias, o tanque foi provido de cobertura para diminuição de intensidade luminosa, buscando um favorecimento da comunidade heterotrófica, sendo iniciada a fertilização orgânica. Esta metodologia foi baseada nos trabalhos Browdy et al. (2001), Burfford et al. (2004), Cuzon, (2005, comunicação pessoal) e Wasielesky et al. (2006). Essa fertilização compreendeu na adição de alguns ingredientes na água como farelo de trigo, melão de cana de açúcar e a própria ração fornecida aos animais, favorecendo uma relação nominal (em peso) de carbono-nitrogênio (C/N) de 30:1 (Cuzon, 2005, comunicação pessoal), sendo essa relação mensurada e balanceada de acordo com a composição bromatológica de cada ingrediente (Rostagno et al., 2000). Posteriormente, verificado a presença e formação dos agregados, a água rica com os flocos microbianos foi bombeada para as caixas plásticas utilizadas como unidades experimentais ou “*microcosmos*”, ou alocados os tanques-rede neste mesmo tanque matriz.



Figuras 15 e 16 – Tanque matriz, esquema de recirculação e reservatório de “água clara” utilizados neste estudo
(Fonte: Arquivo pessoal)

Em ambos os experimentos, os camarões foram pesados no início e ao final de cada experimento (balança digital analítica Sartorius® com precisão de 0,1mg). Foram avaliados os parâmetros taxa de sobrevivência (número de animais vivos ao final do experimento/total de animais x 100), peso final, comprimento total final (comprimento final – inicial, através de paquímetro digital com precisão de 1mm), biomassa final (peso final x sobrevivência) e ganho de peso (peso final – peso inicial durante os 15 ou 30 dias de período experimental) de cada unidade experimental.

As variáveis físico-químicas, como temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido, foram monitoradas diariamente. Amônia, nitrito e fosfato foram amostrados três vezes por semana, enquanto o material em suspensão (partículas maiores que 45 μ m) foi amostrado a cada cinco dias utilizando a metodologia adaptado de Strickland e Parsons (1972). Além disso, foram realizadas imagens fotográficas do material particulado com uma câmera digital acoplada em um microscópio ótico com aumento de 10 vezes.

A composição bromatológica dos ingredientes utilizados na fertilização orgânica, da ração e dos flocos microbianos presentes na água (coletado ao final do experimento através de uma tela de 100 micras) foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal – LNA, pertencente à Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, segundo os protocolos da A.O.A.C. - *Association of Official Analytical Chemists*, (1984).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA – uma via), levando em consideração as premissas e, se detectadas diferenças significativas ($P < 0,05$), foi aplicado o teste de *Tukey* ou teste T.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1

Os valores das variáveis físico-químicas obtidas no experimento com *F. paulensis* estão expressos na Tabela 1 e apresentaram-se abaixo dos considerados letais para *F. paulensis* de acordo com Poersch e Machiori (1992), Santos e Marchiori (1992), Wasielesky et al. (1994), Tsuzuki et al. (2000) e Wasielesky et al. (2000).

Tabela 1 – Médias (\pm desvio padrão) das variáveis físico-químicas durante o cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* na fase de pré-berçário*

PARÂMETRO	TRATAMENTOS		
	FLOC + R ¹	FLOC ²	AC + R ³
Temperatura (°C)	23,81 ^A (\pm 1,84)	23,70 ^A (\pm 1,78)	23,86 ^A (\pm 1,99)
Salinidade	33,88 ^A (\pm 1,26)	33,99 ^A (\pm 1,28)	33,14 ^B (\pm 1,62)
Oxigênio dissolvido (mg/litro)**	7,85 ^A (\pm 0,77)	7,92 ^A (\pm 0,75)	8,03 ^A (\pm 0,69)
pH	7,33 ^A (\pm 0,17)	7,33 ^A (\pm 0,16)	8,31 ^B (\pm 0,16)
Amônia (mg/litro)	1,80 ^A (\pm 0,67)	2,16 ^A (\pm 0,69)	0,26 ^B (\pm 0,17)
Nitrito (mg/litro)	0,65 ^A (\pm 0,93)	0,60 ^A (\pm 0,96)	0,02 ^A (\pm 0,02)
Fosfato (mg/litro)	1,88 ^A (\pm 0,30)	1,70 ^A (\pm 0,51)	0,15 ^B (\pm 0,07)

*Médias na mesma linha, com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

** Resultados acima de 100% de saturação

¹(FLOC + R) cultivo na presença do floco microbiano com fornecimento de ração; ²(FLOC) cultivo na presença do floco sem fornecimento de ração e ³(AC + R) cultivo em água clara com o fornecimento de ração

Dentre as variáveis físico-químicas, a temperatura, o oxigênio dissolvido e o nitrito não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$). No entanto, a salinidade, o pH, a amônia, e o fosfato diferiram entre si ($P < 0,05$). A salinidade foi mais alta nos tratamentos na presença dos flocos microbianos devido a este ser um sistema sem renovação de água e a atuação constante da evaporação. O pH apresentou valores mais baixos devido, provavelmente, a intensa respiração dos organismos, incrementando a concentração de dióxido de carbono no meio, concordando com Wasielesky et al. (2006b) e Tacon et al. (2002).

No entanto, as concentrações de amônia e fosfato foram maiores nos tratamentos em meio aos flocos microbianos possivelmente devido ao acúmulo do material orgânico particulado e intenso aporte de nutrientes. Assim, provavelmente não ocorreu uma estabilidade desejada da comunidade bacteriana de modo que convertessem eficientemente o nitrogênio amoniacal em nitrito e posteriormente a nitrato, ocorrendo o acúmulo deste primeiro composto. Porém, de acordo com Wasielesky et al. (1994), valores estes não são letais para a espécie, no entanto podem interferir no crescimento. Kou e Chen (1991) trabalhando com juvenis de *Marsupenaeus japonicus*, encontraram para a LC50 (96h) uma concentração de 3,0 mg/L. Já Straus et al. (1991), encontraram uma LC50 (72h) para pós-larvas de *Macrobrachium rosenbergii* de 2,2 mg/L.

Apesar de não diferirem estatisticamente, o nitrito apresentou valores superiores nos tratamentos na presença dos agregados provavelmente devido à intensa adição de nitrogênio na forma de ração e fertilizantes orgânicos. Chen e Chin (1988) em estudos realizados com *Penaeus monodon* encontraram uma LC50 (96h) na concentração de nitrito de 13,6 mg/L, diminuindo a taxa de crescimento dos animais. Já Armstrong et al. (1976) em estudos realizados com *M. rosenbergii* encontraram uma LC50 (96h) na concentração de 8,6 mg/L. Entretanto, o acúmulo de fosfato em sistemas fechados, além da constante entrada de nutrientes (principalmente devido a baixa qualidade da farinha de peixe empregada nas rações no Brasil), parece ser devido a menor velocidade de metabolismo e dificuldade de assimilação pela comunidade bacteriana, em comparação em sistemas onde o fitoplâncton é predominante.

Na Tabela 2 está contido o valor da composição bromatológica dos ingredientes utilizados para fertilização orgânica, da ração e do floco microbiano coletado no tanque matriz (período onde coincidiu o término do 1º experimento com o início do 2º e 3º experimentos) de ambos os trabalhos. O floco microbiano apresentou 30,4 % de proteína bruta, valores muito próximos aos obtidos por McIntosh et al. (2000), Tacon et al. (2002), Soares et al. (2004) e Wasielesky et al. (2006b).

Tabela 2 – Percentual de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), carboidratos (Carb.), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e cinzas, dos ingredientes utilizados para fertilização orgânica no tanque matriz, da ração e do floco microbiano obtido.

Ingrediente	MS (%)	PB (%)	Carb (%)*	EE (%)	FB (%)	Cinzas (%)
Farelo de Trigo	88,1	18,9	61,1	2,7	11,3	6,0
Melaço	61,1	5,6	81,64	0,16	0,2	12,4
Ração Purina	90,4	39,7	35,6	13,1	2,6	9,0
Floco	87,1	30,4	29,1	0,47	0,83	39,2

* Valores referentes ao percentual de carboidratos estimados através de diferença

Em relação à disponibilidade dos flocos microbianos de ambos os experimentos, foram realizadas análises do material em suspensão (partículas maiores que 45 micras) e foi observada uma grande variação no período experimental (valores máximo e mínimo de 414 e 123 mg/L, respectivamente), apresentando média de $257,88 \pm 105,21$ mg/L. No entanto, não existem relatos ou padronização do mesmo em sistemas intensivos de cultivo de camarões marinhos, porém este parece ser uma ferramenta prática na quantificação dos flocos ou agregados em ambientes de cultivo, gerando subsídios para adequar densidades de cultivos e níveis de arraçoamento para os animais. Além disso, um correto dimensionamento da aeração do sistema, promovendo a constante ressuspensão do material, irá disponibilizá-los para o consumo dos camarões.

Em relação ao desempenho zootécnico das pós-larvas de *F. paulensis* na fase de pré-berçário (Tabela 3), os tratamentos na presença dos flocos microbianos com fornecimento de ração e sem fornecimento de ração foram superiores estatisticamente em relação ao tratamento com água clara com fornecimento de ração ($P > 0,05$) para peso final, ganho de peso e comprimento final, tendo o tratamento FLOC + R apresentado os melhores resultados. Em relação à biomassa final e sobrevivência, o tratamento FLOC não diferiu estatisticamente dos demais ($P > 0,05$), embora FLOC + R, tenha apresentado valores significativamente maiores que AC + R.

Tabela 3 – Médias e erro padrão do peso final, biomassa final, ganho de peso, comprimento final e sobrevivência de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* criado durante 15 dias submetidas aos diferentes tratamentos*.

VARIÁVEIS	TRATAMENTOS*			P**
	FLOC + R ¹	FLOC ²	AC + R ³	
Peso Final (mg)	6,80 ^A (± 0,39)	4,94 ^B (± 0,33)	3,57 ^C (± 0,18)	0,000
Biomassa Final (mg)	1266,70 ^A (± 298,41)	491,37 ^{AB} (±118,52)	248,10 ^{BC} (± 20,88)	0,019
Ganho de Peso (mg)	5,40 ^A (± 0,39)	3,54 ^B (± 0,33)	2,17 ^C (±0,18)	0,000
Comprimento Final (mm)	11,96 ^A (± 0,16)	10,83 ^B (±0,21)	9,78 ^C (± 0,12)	0,000
Sobrevivência (%)	47,75 ^A (± 8,53)	25,75 ^{AB} (± 4,13)	17,58 ^{BC} (± 1,62)	0,018

*Médias na mesma linha, com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05)

**P = Nível de significância

¹(FLOC + R) cultivo na presença do floco microbiano com fornecimento de ração; ²(FLOC) cultivo na presença do floco sem fornecimento de ração e ³(AC + R) cultivo em água clara com o fornecimento de ração

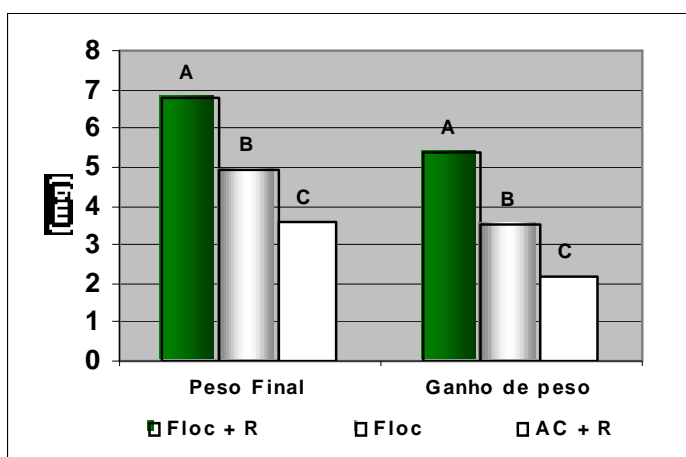


Figura 17 – Peso Final (mg) e Ganho de Peso (mg) de pós-larvas de *Farfantepenaeus paulensis* ao final de 15 dias de experimento submetidos aos diferentes tratamentos.

Apesar de não diferir significativamente (P>0,05) do tratamento 2, a sobrevivência no tratamento FLOC + R apresentou os melhores resultados indicando a importância dos agregados na sobrevivência dos animais. Speck et al. (1993), estudando o efeito da densidade de estocagem em pós-larvas de *F. paulensis* (PL₁₀), observaram na densidade de 300 camarões/m² uma taxa de sobrevivência de 84,4% em sistemas de águas claras. Já Jensen et al. (2006), observando o efeito da adição da diatomácea *Thalassiosira fluviatilis* (atualmente descrita como *T. weissflogii*) na densidade de 1.000 camarões/m² no berçário de *F. paulensis*, observaram taxas de sobrevivência de 95,2 e 84,8%, para os tratamentos

com e sem adição de *T. fluviatilis* respectivamente. Os mesmos autores citam ainda não ter encontrado diferenças significativas ($P>0,05$) em relação ao peso úmido entre os tratamentos no final dos 30 dias de experimento. Thompson et al. (2002), trabalhando com sistemas de berçário em laboratório, encontraram valores de 89-100% de sobrevivência para juvenis de *F. paulensis*. Os baixos resultados de sobrevivência obtidos neste estudo podem estar relacionados, possivelmente, a problemas de aclimação no momento do povoamento.

Na tabela 4 estão expressos os resultados e os intervalos de confiança do teste de estresse ao choque salino que nos conferiu a salinidade letal mediana (SL50) após 24 e 48 horas. Apesar de uma tendência aos tratamento em meio aos flocos microbianos a uma tolerância as mais baixas salinidades (no tempo 24 h e inversamente no tempo 48h), os mesmos não diferiram entre os tratamentos e entre os tempos (Figuras 18 e 19). Wasielesky (2000) trabalhando em cultivos em águas claras com juvenis de *F. paulensis* ($2,1 \pm 0,6g$) obteve uma SL50 expostos a meios hiposalinos no tempo 24 e 48h de 1,0 e 1,38 respectivamente, valores estes inferiores ao encontrado no presente estudo.

Tabela 4 – Salinidade letal mediana (SL50) e intervalos de confiança (95%) após 24 e 48h de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivadas na fase de pré-berçário, oriunda dos diferentes tratamentos

SL50	TRATAMENTOS		
	FLOC + R ¹	FLOC ²	AC + R ³
24h	3,32 (3,0-3,62)	3,41 (3,07 - 3,62)	3,85 (2,71-4,95)
48h	3,26 (2,97-3,55)	3,16 (2,35-3,96)	2,93 (2,39-3,47)

¹(FLOC + R) cultivo na presença do floco microbiano com fornecimento de ração; ²(FLOC) cultivo na presença do floco sem fornecimento de ração e ³(AC + R) cultivo em água clara com o fornecimento de ração

Erro! Vínculo não válido. Erro! Vínculo não válido.

Figuras 18 e 19 – Salinidade letal mediana (SL50) e intervalos de confiança (95%) após 24 e 48h de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivadas na fase de pré-berçário, oriunda dos diferentes tratamentos

Experimento 2

Na Tabela 5 estão expressos os valores médios das variáveis físico-químicas obtidas neste experimento e apresentaram-se abaixo dos valores considerados letais para a espécie de acordo com Poersch e Machiori (1992), Santos e Marchiori (1992), Wasielesky *et al.* (1994), Tsuzuki *et al.* (2000) e Wasielesky *et al.* (2000).

Tabela 5 – Médias (\pm desvio padrão) das variáveis físico-químicas durante o cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* na fase de berçário*

	FLOC + R ¹	FLOC ²	AC + R ³
Temperatura (°C)	23,62 ^A (\pm 2,41)	23,46 ^A (\pm 2,25)	23,54 ^A (\pm 2,16)
Salinidade	36,13 ^A (\pm 1,06)	36,09 ^A (\pm 1,03)	34,54 ^B (\pm 1,57)
Oxigênio dissolvido (mg/litro)**	7,08 ^A (\pm 0,55)	7,11 ^A (\pm 0,53)	7,11 ^A (\pm 0,54)
pH	7,27 ^A (\pm 0,19)	7,27 ^A (\pm 0,22)	8,37 ^B (\pm 0,10)
Amônia (mg/litro)	0,10 ^A (\pm 0,06)	0,14 ^A (\pm 0,12)	0,24 ^B (\pm 0,11)
Nitrito (mg/litro)	2,10 ^A (\pm 1,47)	2,23 ^A (\pm 1,30)	0,14 ^B (\pm 0,27)
Fosfato (mg/litro)	2,11 ^A (\pm 0,93)	1,70 ^A (\pm 0,69)	0,18 ^B (\pm 0,12)

*Médias na mesma linha, com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05)

** Resultados acima de 100% de saturação

¹(FLOC + R) cultivo na presença do floco microbiano com fornecimento de ração; ²(FLOC) cultivo na presença do floco sem fornecimento de ração e ³(AC + R) cultivo em água clara com o fornecimento de ração.

A salinidade, o pH, a amônia, o nitrito e o fosfato apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (P<0,05). A salinidade foi mais alta nos tratamentos com a presença dos flocos microbianos, provavelmente devido a menor renovação de água e a evaporação. O pH apresentou valores mais baixos devido, provavelmente, a intensa respiração dos organismos, incrementando a concentração de dióxido de carbono no meio. Este resultado estão de acordo com os resultados obtidos por Tacon *et al.* (2002) e Wasielesky *et al.* (2006). No entanto, as concentrações de amônia foram maiores no tratamento com cultivo em águas claras, apesar deste ter sua água renovada diariamente. Observou-se, porém, acúmulo de ração não consumida pelos animais, a qual foi possivelmente convertida em amônia após sua lixiviação. Os valores alcançados, porém, estiveram muito abaixo das concentrações consideradas letais para a espécie (Wasielesky et

al., 1994 e Ostrensky e Wasielesky, 1995). Já o nitrito apresentou valores superiores nos tratamentos na presença dos agregados provavelmente devido a intensa entrada de nutrientes (ração e fertilizantes orgânicos), pelo aumento do metabolismo devido à rica comunidade microbiana presente no meio e pela possível instabilidade da comunidade de bactérias nitrificantes nesse período. Já o acúmulo de fosfato em sistemas fechados, além da constante entrada de nutrientes (principalmente devido a baixa qualidade da farinha de peixe empregada na formulação da ração comercial), parece ser devido a menor velocidade de metabolismo e dificuldade de assimilação pela comunidade bacteriana, em comparação em sistemas onde o fitoplâncton é abundante.

De acordo com a Tabela 6, os tratamentos na presença dos flocos microbianos com fornecimento de ração e em água clara com o fornecimento de ração não diferiram entre si ($P > 0,05$), em relação ao peso final, biomassa final, ganho de peso (30 dias) e comprimento final. No entanto, ambos demonstraram resultados superiores ($P < 0,05$) quando comparados ao tratamento onde os animais foram cultivados em meio heterotrófico sem o fornecimento de ração, exceto a sobrevivência, que em todos os tratamentos não diferiram ($P < 0,05$).

Tabela 6 – Médias e erro padrão do peso final, biomassa final, ganho de peso, comprimento final e sobrevivência de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* criado durante 30 dias submetidas aos diferentes tratamentos*.

	FLOC + R ¹	FLOC ²	AC + R ³	P ^{**}
Peso final (mg)	155,83 ^A (± 7,02)	42,72 ^B (± 3,18)	159,41 ^A (± 9,16)	0,000
Biomassa final (g)	16,92 ^A (± 0,22)	4,42 ^B (± 0,93)	17,57 ^A (± 1,58)	0,001
Ganho de peso (mg)	136,83 ^A (± 7,02)	23,72 ^B (± 3,18)	140,41 ^A (± 9,16)	0,000
Comprimento final (mm)	25,39 ^A (± 1,05)	16,79 ^B (± 0,61)	27,02 ^A (± 0,80)	0,000
Sobrevivência (%)	93,77 ^A (± 3,16)	82,20 ^A (± 8,50)	93,23 ^A (± 2,99)	0,367

*Médias na mesma linha, com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

** P = Nível de significância

¹(FLOC + R) cultivo na presença do floco microbiano com fornecimento de ração; ²(FLOC) cultivo na presença do floco sem fornecimento de ração e ³(AC + R) cultivo em água clara com o fornecimento de ração.

Wasielesky *et al.* (2006), trabalhando com juvenis *L. vannamei* em uma densidade de 300 camarões/m², apontaram valores inferiores nos índices de sobrevivência no

tratamento com ausência de ração (76,81%) em águas ricas em flocos oriundos de um sistema sem renovação de água, quando comparados ao presente estudo. Speck *et al.* (1993), estudando o efeito da densidade de estocagem em pós-larvas de *F. paulensis* (PL₁₀), observaram sobrevivência de 84,4% na densidade de 300 camarões/m² em sistemas de águas claras. Já Jensen *et al.* (2006) estudaram o efeito da adição da diatomácea *T. fluviatilis* na densidade de 1.000 camarões/m² no berçário de *F. paulensis* e observaram sobrevivências de 95,2 e 84,8%, para os tratamentos com e sem adição de *T. fluviatilis* respectivamente. Os mesmos autores não encontraram diferenças significativas ($P > 0,05$) em relação ao peso úmido entre os tratamentos no final dos 30 dias de experimento.

Entretanto, no presente experimento a presença desses agregados pareceu não contribuir para um melhor desempenho zootécnico em *F. paulensis*. Este fato pode ser atribuído ao tamanho e disponibilidade do floco, na capacidade do animal em capturar esse material ou à diferenças no hábito (ou tendência) alimentar da espécie nesta fase de cultivo. Borges *et al.* (2004) compararam a preferência alimentar de *L. vannamei* e *F. paulensis* sobre o biofilme (comunidade de microrganismos associada a uma matriz orgânica e aderida a superfícies submersas) em panagens de cultivo e confirmaram a hipótese da seletividade dos camarões sobre as diferentes espécies de microalgas presente no biofilme.

Estudos relacionados à ecologia de microrganismos marinhos demonstram que em ambiente natural, os agregados microbianos, flocos microbianos ou “marine snow” (termo muito utilizado por ecologistas) sofrem ao longo do tempo alterações em termos de tamanho e estrutura devido a fatores biológicos e físico-químicos. A sedimentação e velocidade dessa sedimentação, a predação, a superfície de adesão, a disponibilidade de muco bacteriano, a presença do fitoplâncton, a adsorção de compostos, entre outros, são descritos como possíveis agentes dessas alterações (Eisma, 1986; Alldredge e Gotschalk, 1988; Biddanda e Pomeroy 1988; Riebesell 1991; Cowen, 1992 e Kepkay 1994). Uma vez iniciado o processo de agregação (principalmente devido ao muco produzido por algumas bactérias), esse material tende a se particular ao longo do tempo até o momento onde, devido ao alto peso molecular alcançado, ocorre um desagregamento dando origem a partículas menores e assim sucessivamente.

Experimento 3

Pouco se conhece em relação aos níveis letais relacionados as variáveis físico-químicas em ambientes de cativeiro para *F. brasiliensis*. Assim devido a sua semelhança tanto em termos morfo-fisiológicos quanto hábito alimentar, os dados (Tabela 7) foram relacionados nos estudos já realizados com *F. paulensis* (Poersch e Machiori, 1992; Santos e Marchiori, 1992; Wasielesky et al., 1994; Tsuzuki et al., 2000; Wasielesky et al., 2000).

Tabela 7 – Médias (\pm desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos durante o cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* na fase de berçário*

PARÂMETRO	TRATAMENTOS	
	FLOC + R ¹ e FLOC ²	AC + R ³ e AC ⁴
Temperatura (°C)	23,71 ^A (\pm 1,69)	24,27 ^A (\pm 1,46)
Salinidade	35,95 ^A (\pm 0,97)	34,47 ^B (\pm 0,89)
Oxigênio dissolvido (mg/litro)	5,95 ^A (\pm 0,99)	7,13 ^B (\pm 0,94)
pH	6,52 ^A (\pm 0,22)	8,29 ^B (\pm 0,31)
Amônia (mg/litro)	0,44 ^A (\pm 0,46)	0,14 ^A (\pm 0,09)
Nitrito (mg/litro)	0,90 ^A (\pm 0,57)	0,51 ^A (\pm 0,72)
Fosfato (mg/litro)	1,33 ^A (\pm 0,73)	1,14 ^A (\pm 1,04)

*Médias na mesma linha, com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste *T* ($P > 0,05$)

¹(FLOC + R) cultivo na presença do floco microbiano com fornecimento de ração; ²(FLOC) cultivo na presença do floco sem fornecimento de ração; ³(AC + R) cultivo em água clara com o fornecimento de ração e ⁴(AC) cultivo em água clara sem o fornecimento de ração

Dentre as variáveis físico-químicas avaliadas, a temperatura, a amônia, o nitrito e fosfato não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$). No entanto, a salinidade, o oxigênio dissolvido e o pH diferiram entre si ($P < 0,05$). A salinidade foi mais alta nos tratamentos onde os tanques-rede foram alocados na presença dos flocos microbianos devido a este ser um sistema fechado, portanto com atuação constante da evaporação. Vita et al. (2006) estudando o crescimento, consumo alimentar e sobrevivência de juvenis do camarão-rosa *F. brasiliensis* em diferentes salinidades, observaram uma tendência ao melhor desempenho zootécnico em água salobra (salinidade 15).

O pH apresentou valores mais baixos devido, provavelmente, ao incremento da concentração de dióxido de carbono e aporte de nutrientes, concordando com Wasielesky et al. (2006b) e Tacon et al. (2002). O oxigênio dissolvido apresentou valores inferiores nos

tratamentos em meio aos agregados devido, possivelmente, a intensa respiração dos microrganismos presentes no meio, bem como a constante oxidação química da matéria orgânica. No entanto, as concentrações de amônia, nitrito e fosfato não diferiram entre os tratamentos ($P>0,05$), possivelmente devido à estabilidade da comunidade bacteriana nitrificante no tanque matriz. Esta estabilidade pode estar atrelada a níveis adequados das variáveis físico-químicas à nitrificação como pH, temperatura, salinidade, concentração de matéria orgânica e oxigênio dissolvido (Chen et al., 2006).

Kou e Chen (1991) trabalhando com juvenis de *M. japonicus* encontraram para a LC50 (96h) uma concentração de amônia não-ionizada de 3,0 mg/L. Straus et al. (1991), encontraram uma LC50 (72h) para juvenis de *M. rosenbergii* de 2,0 mg/L. Porém, em relação ao nitrito Chen e Chin (1988) em estudos realizados com *P. monodon*, encontraram uma LC50 (96h) na concentração de 13,6 mg/L diminuindo a taxa de crescimento dos animais. Já Armstrong et al. (1976) em estudos realizados com *M. rosenbergii* encontraram uma LC50 (96h) na concentração de 8,6 mg/L.

Em relação ao desempenho zootécnico no experimento 3 (Tabela 8), os tratamentos na presença dos flocos microbianos com e sem fornecimento de ração foram superiores estatisticamente em relação ao tratamento com água clara com fornecimento de ração ($P>0,05$) para peso final, biomassa final e ganho de peso, sendo ambos tratamentos superiores a (AC + R). Em relação ao comprimento final, os tratamentos (FLOC + R), (FLOC) e (AC + R) não diferiram entre si ($P>0,05$), porém resultados estes também sendo superiores a (AC + R) ($P<0,05$). Em relação à sobrevivência, os tratamentos não apresentaram diferenças entre si ($P>0,05$).

Tabela 8 – Médias e erro padrão do peso final, biomassa final, ganho de peso, comprimento final e sobrevivência de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* criado durante 30 dias sob diferentes tratamentos*.

VARIÁVEIS	TRATAMENTOS*				P
	FLOC + R ¹	FLOC ²	AC + R ³	AC ⁴	
Peso Final (mg)	218,88 ^A (± 13,87)	236,50 ^A (± 13,53)	176,04 ^B (± 4,75)	56,34 ^C (± 1,99)	0,000
Biomassa Final (g)	17,93 ^A (± 0,77)	15,71 ^A (± 1,31)	8,20 ^B (± 0,04)	2,51 ^C (± 0,16)	0,000
Ganho de Peso (mg)	193,88 ^A (± 13,87)	211,50 ^A (± 13,53)	151,04 ^B (± 4,75)	31,34 ^C (± 1,99)	0,000
Comprim. Final (mm)	27,57 ^A (± 1,33)	27,73 ^A (± 1,07)	27,18 ^A (± 0,38)	18,81 ^B (± 0,40)	0,000
Sobrevivência (%)	81,50 ^A (± 3,50)	67,00 ^A (± 7,00)	84,83 ^A (± 4,23)	80,60 ^A (± 0,60)	0,115

*Médias na mesma linha, com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de *Tukey* (P>0,05)

**P = Nível de significância

¹(FLOC + R) cultivo na presença do floco microbiano com fornecimento de ração; ²(FLOC) cultivo na presença do floco sem fornecimento de ração e ³(AC + R) cultivo em água clara com o fornecimento de ração e ⁴(AC) cultivo em água clara sem o fornecimento de ração

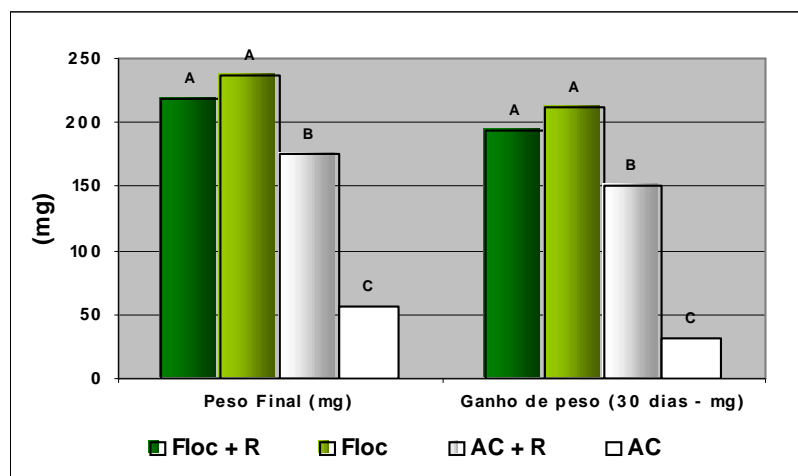


Figura 20 – Peso Final (mg) e Ganho de Peso (mg) de pós-larvas de *Farfantepenaeus brasiliensis* ao final de 30 dias de experimento submetidas aos diferentes tratamentos.

Wasielesky et al. (2006b), trabalhando em uma densidade de 300 camarões/m² com juvenis *L. vannamei* (portanto maior biomassa quando comparado a este experimento) obtiveram índices de sobrevivência de 99,09%, 76,81%, 99,09% e 38,18%, para tratamentos em águas ricas em agregados com e sem fornecimento de ração e água clara com e sem fornecimento de ração (35% PB), respectivamente. Speck et al. (1993),

estudando o efeito da densidade de estocagem e Jensen et al., (2006) estudando o efeito da adição de diatomáceas *T. fluviatilis*, observaram índices de sobrevivência de 84,4% em sistemas de águas claras e 95,2 e 84,8%, para os tratamentos com e sem adição de *T. fluviatilis* respectivamente, com pós-larvas de *F. paulensis*.

Ballester et al. (2003) avaliando a influência do biofilme (comunidade de microrganismos associada a uma matriz orgânica e aderida a superfícies submersas) em sistemas berçário em gaiolas para *F. paulensis* no estuário da Lagoa dos Patos – RS obtiveram nos tratamentos com e sem restrição do biofilme índices de sobrevivência de 96,1% e 99,0%, respectivamente. Além da disponibilidade dos flocos no ambiente de cultivo nos tratamentos FLOC + R e FLOC do presente estudo, o biofilme formado junto a panagem dos tanques-rede pode ter contribuído para um melhor desenvolvimento dos camarões.

Thompson et al. (2002) além de verificarem a melhoria na qualidade de água em tanques de larvicultura de *F. paulensis* com biofilme, encontraram diferenças significativas entre o crescimento de juvenis desta espécie cultivados na presença ou na ausência de biofilme. Neste mesmo trabalho o conteúdo estomacal de *F. paulensis* indicou que este camarão consome ativamente o biofilme de uma forma não seletiva.

Discussões Gerais

Estudos relacionados à exigência nutricional dos animais são de fundamental importância para o sucesso dos cultivos. Froés et al. (2006) demonstraram que *F. paulensis* tem uma exigência relativamente alta de proteína bruta (PB), com um ótimo estimado em 45% de PB. Já Abe et al. (2006) concluíram que os níveis máximos de substituição da farinha de peixe por farelo de soja seriam de até 60 %. Entretanto, de acordo com as análises bromatológicas, o floco microbiano (Figura 21) parece representar um importante suplemento alimentar e contribuir para o crescimento animal. O conhecimento da importância da matéria orgânica particulada como possível fonte de nutrientes aos animais e demais organismos da trama trófica já vem sendo argumentada desde o início da década de 60 (Baylor e Sutcliffe, 1963).

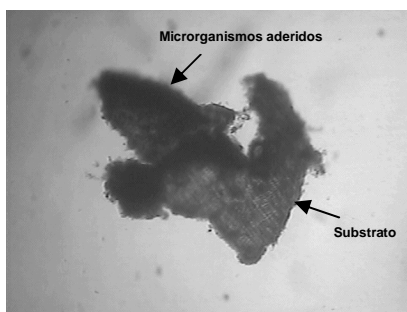


Figura 21 – Microscopia óptica de um exemplar de floco microbiano formado durante os experimentos (aumento de 10x).

Diversos autores demonstraram em estudos recentes o potencial dos flocos microbianos e seu valor nutricional no cultivo de camarões marinhos, principalmente com a espécie exótica e omnívora *L. vannamei* (McIntosh et al., 2000; Browdy et al., 2001; Tacon et al., 2002; Moss, 2002; McAbee et al., 2003; Samocha et al., 2004 e Wasielesky et al., 2006a e b). Burford et al. (2004) reportaram que mais de 29% do alimento consumido por *Litopenaeus vannamei* podem ser provenientes do floco bacteriano presente no meio heterotrófico.

Abreu et al. (1998), aplicando os conceitos de ecologia microbiana aquática no cultivo de larvas e juvenis de *F. paulensis*, verificaram a importância dos microrganismos presentes no biofilme na alimentação, na manutenção da qualidade da água e também no controle de patógenos. Avnimelech (2000) determinou que a presença de microrganismos nos tanques de cultivo aumenta a eficiência da conversão protéica de 20-25% para cerca de 45%, pois estes convertem o nitrogênio inorgânico presente na água e os disponibilizam na forma de proteína microbiana que é ingerida pelos organismos cultivados, economizando o alimento fornecido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro do contexto exposto neste trabalho, a presença dos flocos microbianos realmente contribuiu para um melhor crescimento e sobrevivência dos camarões. Este fato

pode ser atribuído a uma enorme gama de microrganismos presente no meio, sendo esta rica fonte de aminoácidos essenciais, vitaminas, entre outros, além de anular a emissão de efluentes em ambientes adjacentes, contribuindo para um cultivo mais racional.

Dentre algumas sugestões para futuros estudos visando compreender melhor a dinâmica e complexidade do sistema estão:

- *Avaliar outras fontes de carbono e nitrogênio, a relação C/N, bem como o efeito da intensidade luminosa;*
- *Avaliação quali-quantitativa dos microrganismos presentes e interação com os nutrientes;*
- *Sistemas integrados e policultivos.*

Assim, em um futuro não muito longe, sistemas fechados de cultivo serão realidade em nosso país, auxiliando como uma ferramenta e estratégia de cultivo, visando uma aqüicultura mais sustentável tanto do ponto de vista econômico, quanto ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLDREDGE, A. L; GOTSCHALK. 1988. *In situ* behavior of marine snow. *Limnology and Oceanography*. 33 (3), p 339-351.

- ABE, M. P.; FRÓES, C. N.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C.; WASIELESKY, W.; e CAVALLI, R. O. Substituição da farinha de peixe por farelo de soja em dietas práticas para o camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*). Ciência Rural (submetido).
- ABREU, P. C.; THOMPSON, F. L.; WASIELESKY, W.; CAVALLI, R. O. 1998. New perspectives in the use of microorganisms in shrimp culture: food source, water quality and diseases control. Anais do Aquicultura Brasil'98. Recife, Pernambuco, p703-709.
- APUD, F. D.; PRIMAVERA, J. H.; TORRES, P. L. 1983. Farming of prawns and shrimps. Extension Manual 5. SEAFDEC Aquaculture Department, Iloilo, Philippines, 67p.
- ARMSTRONG, D. A.; STEPHENSON, M.J.; KNIGHT, A. W. 1976. Acute toxicity of nitrite to larvae of the giant Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture n. 9, p39-46.
- AVNIMELECH, Y. 2000. Protein utilization in aquaculture systems. Intern. Confer. AQUA 2000. Nice, France, 41p.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 19. 1984. *Official Methods of Analysis*, 12^a ed. Arlington: AOAC.
- BALLESTER, E.L.C, 2003. Influência do biofilme na sobrevivência e no crescimento de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivados em sistema de berçário no estuário da Lagoa dos Patos. Rio Grande, FURG. (Dissertação de mestrado) 87p.
- BALLESTER, E.L.C.; WASIELESKY, W.; CAVALLI, R. O.; SANTOS, M. H. S.; ABREU, P. C. 2003. Influência do biofilme no crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* em sistemas de berçário. Atlântica, 25(2), p117-122.
- BALLESTER, E.L.C, WASIELESKY, W. J., CAVALLI, R. O, SANTOS, M. H. S. e ABREU, P. C. 2003. Biofilm influence on survival and growth of pink-shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in nursery systems. In: WORL AQUACULTURE 2003. Salvador, Brasil. Resumos: V1. p.74.
- BALLESTER, E. C., WASIELESKY, W., ABREU, P. C., CAVALLI, R. O., EMERENCIANO, M. G. C., E ADORNES, S. 2006. Efeito de diferentes níveis

- protéicos no cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* em meio heterotrófico. Aquaciência 2006. Anais do congresso.
- BAYLOR, E. R. e SUTCLIFFE, W. H. 1963. Dissolved organic matter in seawater as a source of particulate food. *Limnology and Oceanography*, v (8), n .4, p 369-371.
- BIDDANDA B. A.; POMEROY L. R. 1988. .Microbial aggregation and degradation of phytoplankton-derived detritus in seawater. I. Microbial succession. *Marine Ecology Progress series*, v .42, p.79-88.
- BORGES, L.; PISSETI, T.; PRETO, A. L.; JENSEN, L. ABREU, P. C. 2004. Análise do consumo alimentar preferencial de juvenis do camarão-branco *Litopenaeus vannamei* e do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* sobre o biofilme em panagens de cultivos. In: Aquaciência 2004, Vitória, ES, Anais, 80p.
- BRATVOLD, D., C.L. 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.
- BROCK, J.A., R.B. GOSE, D.V. LIGHTNER AND K. HASSON. 1997. Recent developments and an overview of Taura Syndrome of Farmed shrimp in the Americas. Pages 275-284 in T.W. Flegel and I. H. McRae (editors). *Diseases in Asian Aquaculture III*. Manila, Phillipines: Fish Health Section, Asian Fisheries Society.
- BROWDY, C.L., BRATVOLD, D., STOKES, A.D., AND MCINTOSH, R.P. 2001. Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. In: Browdy, C.L., Jory, D.E. (Eds.), *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture*, Aquaculture 2001. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, pp 20-34.
- BURFORD, M.A., THOMPSON, P.J., MCINTOSH, R.P., BAUMAN, R.H., AND PEARSON, D.C. 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture* 219: 393-411.
- BURFORD, M.A., THOMPSON, P.J., MCINTOSH, R.P., BAUMAN, R.H., AND PEARSON, D.C. 2004. The contribution of flocculated material to shrimp

- (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. *Aquaculture* 232(1-4): 525-537.
- CAMANOR. Site www.camanor.com.br visitado em 21/10/2006.
- CHEN, J. C.; CHIN, T. S. 1988. Acute toxicity of nitrite to tiger prawn, *Penaeus monodon*, larvae. *Aquaculture*, n.69, p253-262.
- CHEN, S.; LING, J., BLANCHETON, J. 2006. Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors. *Aquacultural Engineering*, 34: p. 179–197.
- CLARK, J.R., 1995. Coastal Zone Management. Lewis Pub. 694 p.
- COWEN, J. P. 1992. Morphological study of marine bacterial capsules: implication for marine aggregates. *Marine Biology*, n. 114, p 85-95.
- COSTA-PIERCE, BC. 2002. The blue Revolution – Aquaculture must go green. *World Aquac.*, 33(4): 4-5.
- CUZON, G., A. LAWRENCE, G. GAXIOLA, C. ROSAS AND J. GUILLAUME. (2004) Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. *Aquaculture*, 235(1-4): 513-551.
- DECAMP, O.; CONQUEST, L.; FORSTER, I.; TACON, A. G. J. 2002. The nutrition and feeding of marine shrimp zero-water exchange aquaculture production systems: role of eukaryotic microorganisms. *In*: Lee C.S. and P. O’Byrne Eds. Microbial approaches to aquatic nutrition within environmentally sound aquaculture production systems, p 79-86. World Aquaculture Society.
- D’INCAO, F. 1984. Estudo sobre o crescimento de *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967, da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil (Crustacea, Penaeidae). *Atlântica* 7, 73-84.
- 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, 365p.

- D'INCAO, F.; VALENTINI, H.; RODRIGUES, L. F. 2002. Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil 1965-1999. *Atlântica*, n. 24(2), p.103-116.
- EISMA, D. 1986. Flocculation and de-flocculation of suspended matter in estuaries. *Netherlands Journal of Sea Research*. 20 (2/3). p 183-199.
- FAO 2002. The state of world fisheries and aquaculture – fisheries resources: trends in production, utilization and trade. www.fao.org/docrep/005/y7300/y7300eo4htmP3_47.
- FRÓES, C. N.; ABE M. P.; WASIELESKY W.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. e CAVALLI R. 2006. Efeitos de dietas práticas com diferentes níveis de proteína bruta na sobrevivência e crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967). *Atlântica* (submetido).
- GOMEZ-GALINDO, C., 2000. A nitrogen-based assessment of aquaculture: Shrimp farming in northwest México. Tese de Doutorado em filosofia. University of British Columbia, Canadá, 43, 135 p.
- HARGREAVES, 1998. Nitrogen biochemistry of aquaculture ponds. *Aquaculture* 166:181-212.
- HENNING, O.L. e ANDREATTA, E. R. 1998. Effect of temperature in an intensive nursery system for *Penaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967). *Aquaculture*, 164:167-172.
- HOPKINS, J.S., P.A. SANDIFER e C.L. BROWDY, 1995. Effect of two feed protein levels and feed rate combinations on water quality and production of intensive shrimp ponds operated without water exchange. *Journal of the World Aquaculture Society*, 26(1)p 93-97.
- 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, 138 p.
- JENSEN, L.; WASIELESKY, W. J.; BALLESTER, E. L. C.; CAVALLI, R. O.; SANTOS M. S. 2006. Role of microalgae *Thalassiosira fluviatilis* in weight gain and survival

- of the shrimp *Farfantepenaeus paulensis* reared in indoor nursery tanks. *Nauplius* 14 (1): p 37-42.
- KEPKAY, P. E. 1994. Particle aggregation and biological reactivity of colloids. *Marine Ecology Progress series*, v .109, p 293-304.
- KOU, Y. Z.; CHEN, J. C. 1991. Acute toxicity of ammonia to *Penaeus japonicus* Bate juveniles. *Aquacult. Fish. Manage.* n. 22, p259-263.
- LACERDA, L. D., VAISMAN A. G., MAIA L. P., SILVA, C. A. R. e CUNHA, E. M. S., 2005. Relative importance of nitrogen and phosphorus emissions from shrimp farming and other anthropogenic sources for six estuaries along the NE Brazilian coast. *Aquaculture*, 253:433–446.
- LIGHTNER, D.V; PANTOJA, C. R. 2004. Infectious Myonecrosis (IMN): Current status report n the biology of the etiological agent and development of diagnostic methods. In: FENACAN. Natal/RN. P. 40.
- MARCHIORI, A M., 1996. Guia ilustrado de maturação e larvicultura do camarão rosa *Penaeus paulensis* Perez-Farfante, 1967. Ed. FURG, Rio Grande, RS. p 79.
- MCABEE, B.J., C.L. BROWDY, R.J. RHODES AND A.D. STOKES 2003. The use of greenhouse-enclosed raceway systems for the super-intensive production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in the United States. *Global Aquaculture Advocate*. 6(4).
- MCINTOSH, D., T.M. SAMOCHA, E.R. JONES, A.L. LAWRENCE, D.A. MCKEE, S. HOROWITZ AND A. HOROWITZ. 2000. The effect of a bacterial supplement on the high-density culturing of *Litopenaeus vannamei* with low-protein diet in outdoor tank system and no water exchange. *Aquacultural Engineering* 21(2000):215-227.
- MORIARTY, D. J. W. 1997. The role of the microorganisms in aquaculture ponds. *Aquaculture*, 151, p333-349.
- MOSS, S.M., ARCE, S.M., ARGUE, B.J., OTOSHI, C.A., CALDERON, F.R.O., AND TACON, A.G.J. 2001. Greening of the blue revolution: Efforts toward environmentally responsible shrimp culture. In: Browdy, C.L., Jory, D.E. (Eds.), *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture 2001*. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, pp. 1-19.

- MOSS, S.M., 2002. Dietary importance of microbes and detritus in Penaeid shrimp aquaculture. In: Lee C.S. and P. O'Bryen Eds. Microbial approaches to aquatic nutrition within environmentally sound aquaculture production systems, pp1-18. World Aquaculture Society.
- NAYLOR, R. L.; GOLDBURG, R. J.; PRIMAVERA, J. H.; KAUTSKY, N.; BEVERIDGE, M. C. M.; CLAY, J.; FOLKE, C.; LUBCHENCO, J.; MOONEY, J.; TROELL, M. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* n. 405, p. 1017-1024.
- NEIVA, G.S. 1966. Alguns aspectos sobre a biologia e a pesca do "camarão-rosa" da região centro-sul do Brasil. *Rev. Nac. Pesca* 52, 9-12
- NUNES, A.J.P.; MARTINS, P.C.C.; GESTEIRA, T.C.V. 2004 Carcinicultura ameaçada: produtores sofrem com as mortalidades decorrentes do Vírus da Mionecrose Infecciosa (IMNV). *Panorama da Aqüicultura*, V.14, n.83, p.37-51.
- OSTRENSKY, NA & RCJ BARBIERI. 2002. Camarões Marinhos. Viçosa, Aprenda Fácil.367p.
- OSTRENSKY, A.; WASIELESKY, W. 1995. Acute Toxicity of Ammonia to various life stages of the São Paulo shrimp, *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967., *Aquaculture*, v. 132, p. 339-347.
- PEIXOTO, S., W. WASIELESKY, L. LOUZADA. 2003. Comparative analysis of pink shrimp, *Farfantepenaeus paulensis*, and Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, culture in extreme southern Brazil. *Journal of Applied Aquaculture* 14: 101-111p.
- POERSCH, L. H.; MARCHIORI, M.A. 1992. Efeito do oxigênio no camarão-rosa *Penaeus paulensis*, Pérez-Farfante, 1967. In: *Encontro Nacional de Aqüicultura (VII SIMBRAq- II ENBRAPOA)*, Peruíbe, SP. p.116.
- REIS, EG; D'INCAO, F. 2000. The present status of artisanal fisheries of extreme Southern Brazil: an effort towards community-based management. *Ocean & Coastal Management*, n. 43, p.585-595.
- RIEBESELL, U. 1991. Particle aggregation during diatom bloom. I. Physical aspects. *Marine Ecology Progress series*, v (69), p 273-280.

- RODRIGUES, J. 2001. Plataforma tecnológica do camarão marinho cultivado. ABCC, CNPq e MAPA. Brasília, Brasil. 276 p.
- RODRIGUEZ, E. M.; BOMBEO-TIBURAN, I.; FUKUMOTO, S.; TICAR, T. R. 1993. Nursery rearing of *Penaeus monodon* (Fabricius) using suspended (hapa) net enclosures installed in a pond. *Aquaculture*, 112, p107-111.
- ROSTAGNO, H. S. ; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F. M.; LOPES, D. C. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de alimentos e Exigências Nutricionais. 01. ed. Viçosa: , 2000. v. 01. 124 p.
- ROUBACH, R, ES CORREIA, S ZAIDEN, RC MARTINO & R CAVALLI. 2003. Aquaculture in Brazil. *World Aquac.* 34(1): 28-35.
- SAMOCHA, T.M., A. LAWRENCE, C. R. COLLINS, C.R. EMBERSON, J.L. HARVIN e P.M. VAN WYK. 2001. Development of integrated, environmentally sound, inland shrimp production technologies for *Litopenaeus vannamei*. In: Browdy, C.L., Jory, D.E. (Eds.), *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture*, Aquaculture 2001. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, pp. 64-75.
- SAMOCHA, T.M., PATNAIK, S. e GANDY, R.L. 2004. Heterotrophic intensification of pond shrimp production. Abstract of a paper presented at the Fifth International Conference on Recirculating Aquaculture. July 22 - 25, 2004, Roanoke, Virginia.
- SANTOS, M. H.; MARCHIORI, M.A. Efeito do pH no desenvolvimento larval do camarão-rosa *Penaeus paulensis* (Perez-Farfante, 1967). In: *Encontro Nacional de Aqüicultura (VII SIMBRAq- II EMBRAPOA)*, Peruíbe, SP. 1992, p.116.
- SOARES, R.; JACKSON, C.; COMAN, F.; PRESTON, N. 2004. Nutritional composition of flocculated material in experimental zero-exchange system for *Penaeus monodon*. In: AUSTRALASIAN AQUACULTURE, 2004, WAS, Sydney. p.89.
- SPECK, R.C., CAVALLI R. O. e MARCHIORI, M. A. 1993. Efeito da densidade no crescimento e sobrevivência de pós-larvas de *Penaeus Paulensis*, Pérez-Farfante, 1967, em sistema de berçário. In: IV Simpósio Brasileiro sobre Cultivo de Camarão, João Pessoa, PB. Anais. P. 369-383.

- STRAUS, D.; ROBINETTE, H. R.; HEINEN, J. M. 1991. Toxicity of un-ionized ammonia and high pH to post-larvae and juveniles freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of World Aquacult. Soc.*, n. 22, p128-133.
- STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. 1972. .A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada. 2. ed. Ottawa: Bulletin 167. 311p.
- TROTT, L. A. e ALONGI, D. M., 2000. The impact of shrimp pond effluent on water quality and phytoplankton biomass in a tropical mangrove estuary. *Marine Pollution Bulletin* 40 (11):947-951.
- THOMPSON, F. L.; ABREU, P. C.; WASIELESKY, W. 2002. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Aquaculture*, 203, p263-278.
- TSUZUKI, M.Y., R.O. CAVALLI e BIANCHINI, A. 2000. The effects of temperature, age, and acclimation to salinity on the survival of *Farfantepenaeus paulensis* postlarvae. *Journal of World Aquaculture Society*, 31: p. 459-468.
- USUKI, T. 2001. Japanese Passion for shrimp: Culture affects consumption. In: *Global Aquaculture Advocate*, v.4, p.95.
- VITA, G.; PEIXOTO, S.; LOPES, D.; WASIELESKY, W.; RUSSO, A. 2006. Crescimento, consumo alimentar e sobrevivência de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* em diferentes salinidades. *Aquaciência* 2006. Anais do congresso.
- WEIRICH, C.R., C.L. BROWDY, D. BRATVOLD, B.J. MCABEE e A.D. STOKES. 2002. Preliminary characterization of a prototype minimal exchange super-intensive shrimp production system. Pages 255-270 in *Proceedings of the IVTh International Conference on Recirculating Aquaculture*. Virginia Tech University, Blacksburg, Virginia, USA.
- WASIELESKY, W. J.; MARCHIORI, M. A.(in memorian) & SANTOS, M. H. S. 1994. Efeito da amônia no crescimento de pós-larvas do camarão rosa, *Penaeus paulensis*, PÉREZ-FARFANTE, 1967 (Decapoda:Penaeidae). *Nauplius*, 2: 99-105.
- WASIELESKY, W.J. 2000. *Cultivo de juvenis do camarão-rosa Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: efeitos dos

parâmetros ambientais. Tese (doutorado) - Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande-RS.

WASIELESKY, W., EMERENCIANO, M.; BALLESTER, E.; SOARES, R.; CAVALLI, R. e ABREU, P. C. 2006a. Flocos Microbianos: um novo caminho a ser percorrido. Revista Panorama da Aqüicultura, V. 16, n. 96, p 14-23.

WASIELESKY, W., ATWOOD, H., STOKES, A. e BROWDY, C.L.. 2006b. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture 258 (396-408).