

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

Desempenho zootécnico do camarão *Litopenaeus schmitti* em policultivo com o peixe *Mugil curema* em sistema de bioflocos

Emanuela Paula Melo

2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DO CAMARÃO *LITOPENAEUS
SCHMITTI* EM POLICULTIVO COM O PEIXE *MUGIL CUREMA* EM
SISTEMA DE BIOFLOCOS**

EMANUELA PAULA MELO

Sob a orientação da Professora

Lidia Miyako Yoshii Oshiro

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal

Seropédica, RJ
Julho de 2014

639.58

M528d

T

Melo, Emanuela Paula, 1983-
Desempenho zootécnico do camarão
Litopenaeus schmitti em policultivo com o
peixe *Mugil curema* em sistema de bioflocos
/ Emanuela Paula Melo - 2014.
63 f.: il.

Orientador: Lidia Miyako Yoshii Oshiro.
Dissertação (mestrado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de
Pós-Graduação em Zootecnia.

Bibliografia: f. 37-52.

1. Camarão - Criação - Aspectos
ambientais - Teses. 2. Peixe - Criação -
Aspectos ambientais - Teses. 3.
Litopenaeus - Criação - Teses. 4. *Mugil*
curema - Teses. I. Oshiro, Lídia Miyako
Yoshii, 1955-. II. Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-
Graduação em Zootecnia. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EMANUELA PAULA MELO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 01/07/2014



Lidia Miyako Yoshii Oshiro Dra. UFRRJ
(Orientador)



Alejandra Filippo Gonzales Neves Dra. UFF



Roberson Sakabe Dr. UFF

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus queridos pais, Verônica e Manoel e aos meus irmãos Daniela, Rafaela e Daniel por todo incentivo e confiança. Ao meu querido e amado esposo Luis Paulo, por toda dedicação, carinho, amor e por sempre acreditar em mim. Amo vocês!!!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus**, por te me guiado e me dado forças para seguir em frente.

A minha orientadora **Dra. Lidia Miyako Yoshii Oshiro**, pela amizade, incentivo, confiança e orientação desde a época de graduação. Obrigada por tudo!

Aos meus amados pais, **Manoel e Verônica**, pelos seus ensinamentos e por sempre me mostrarem que o caminho correto era o dos estudos.

Aos meus irmãos, **Daniela, Rafaela e Daniel**, pelos telefonemas sempre alegres e motivadores.

Ao meu esposo, **Luis Paulo**, pela compressão, dedicação e conforto nas horas de desespero. Por ter disponibilizado seu mês de férias para ajudar na execução do experimento, sua ajuda foi de grande importância. E pelos seus almoços sempre fartos e divertidos.

A minha família em especial, minha avó **Nenzinha** e prima **Adriana Melo**, que ajudaram para que chegasse até aqui. E avó **Teresinha, tia Vera e Veranice** pelas belas palavras de incentivo e por acreditarem sempre em mim.

Aos meus grandes amigos, **Doutorando Tiago Viana da Costa, Dra. Michelle Midori Senna Fugimura e Msc. Helaine dos Reis Flor**, pelas conversas prazerosas, almoços e lanches descontraídos, pela ajuda na montagem e execução do experimento e pelos finais de semanas na companhia de vocês. Obrigada, vocês tem grande importância na minha vida!

A amiga, **Dra. Andrea Bambozi** pela contribuição em momentos de sufoco.

Aos colegas de pós-graduação Mestranda **Lidia Suely e Jonas** pela ajuda durante o experimento.

Aos estagiários, graduandos em zootecnia, **Renata, Bárbara, Carla, Gabriela, Conrado e Lucas**, que contribuíram muito para a realização do experimento.

Ao **Sr. Casemiro** pela amizade, construção e manutenção das instalações da EBM. Pela ajuda nas horas difíceis, sem o senhor nada seria possível.

Aos Pesquisadores da **FIPERJ (RJ), Luzia Triani e Ricardo Cavalcanti Martino** pela ajuda nas análises microbiológicas do bioflocos e bromatológicas.

A **Capes** pela Bolsa concedida e ao **Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**.

Ao **Profº Nivaldo Faria Sant'ana** pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos amigos, de longe e aos de perto que sempre entenderam a minha ausência.

A todos, que direta e indiretamente contribuíram na execução desse trabalho. “Ninguém faz nada sozinho”. Muito obrigada a todos!!

*Tudo que você aprendeu e hoje sabe, vale muito pouco, ou nada vale. O que realmente vale, é o que você faz com aquilo que você sabe.
Provérbio Budista.*

RESUMO

MELO, EMANUELA PAULA. **Desempenho zootécnico do camarão *Litopenaeus schmitti* em policultivo com o peixe *Mugil curema* em sistema de bioflocos.** 2014. 64f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Atualmente a aquicultura busca técnicas de manejo para reduzir os danos causados ao meio ambiente, sendo um dos maiores problemas a deterioração da qualidade da água. Uma alternativa para minimizar os impactos negativos dos efluentes do cultivo e prevenir a disseminação de doenças é a utilização de cultivos de peixe e camarão em sistemas super-intensivos sem renovação de água. Além disso, existe a possibilidade de fornecimento de dietas com menores teores de proteína bruta, a qual seria suplementada pela produtividade natural, permitindo uma redução dos custos de produção. O objetivo desse estudo foi avaliar o desempenho do camarão branco *Litopenaeus schmitti* em policultivo com a tainha *Mugil curema* em sistema de bioflocos. Os animais juvenis selvagens foram coletados na Baía de Sepetiba, RJ e o experimento foi realizado na estação de Biologia Marinha da UFRRJ em Itacuruçá, Mangaratiba, RJ. Os animais foram aclimatados durante 10 dias e foram mantidos em experimento durante 60 dias. O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado composto por 4 tratamentos (sistemas de cultivo): TM50- Monocultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻²; TP50/5- Policultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻² e 5 juvenis de *M. curema* m⁻²; TP50/10- Policultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻² e 10 juvenis de *M. curema* m⁻²; TM10- Monocultivo na densidade de 10 juvenis de *M. curema* m⁻² e 2 meios de cultivo (água clara e bioflocos) em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Diariamente foram tomados os dados de temperatura, pH e oxigênio dissolvido, em dias alternados salinidade, amônia, nitrito e uma vez por semana nitrato e fosfato. Os parâmetros de qualidade de água estiveram dentro dos limites aceitáveis para as duas espécies. Os animais foram alimentados com uma ração comercial de 35% PB, sendo a quantidade ajustada a cada 15 dias. O peso final (PF), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar aparente (CAA), produtividade (PROD), sobrevivência (SOB) e fator de condição (K) para os tratamentos, que continham peixes, foram calculados e analisados para avaliar as diferenças significativas em relação aos sistemas e meios de cultivo, através da ANOVA e posteriormente pelo teste de Duncan. Os camarões em monocultivo apresentaram PF (1,29g), GP (1,09g), TCE (3,16% dia⁻¹), CAA (1,33), PROD (987,03 kg ha⁻¹) e SOB (74,29%) significativamente superiores (p<0,05) do que em policultivo (TP50/5 e TP50/10). Os juvenis de *L. schmitti* apresentaram melhor desempenho quando cultivados em meio ao bioflocos (p<0,05). Os paratis em monocultivo (TM10) e policultivo (TP50/5) apresentaram PF (14,60; 17,78 g), GP (7,69; 9,35g) e TCE (12,59; 13,95% dia⁻¹), respectivamente, significativamente superiores (p<0,05) do que em policultivo (TP50/10). Os juvenis de *M. curema* apresentaram melhor desempenho quando cultivados em meio à água clara (p<0,05). O bioflocos contribuiu significativamente para o crescimento dos juvenis de camarão, no entanto os peixes não apresentaram o mesmo desempenho em sistema heterotrófico.

Palavras-chave: Sistema super-intensivo. *Litopenaeus schmitti*. *Mugil curema*.

ABSTRACT

MELO, EMANUELA PAULA. **Zootechnical performance of shrimp *Litopenaeus schmitti* in polyculture with fish *Mugil curema* in bioflocs system.** 2014. 64f. Dissertation (Master of Animal Science). Institute of Animal Science, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Currently seeking aquaculture management techniques to reduce damage to the environment, one of the biggest problems is the deterioration of water quality. An alternative to minimize the negative effluents impacts for the growing and the prevention of diseases spread is the use of fish and shrimp in super-intensive systems without water renewal. Furthermore, there is the possibility of feeding diets with lower crude protein content, which would be supplemented by natural productivity, enabling a reduction of production costs. The aim of this study was to evaluate the performance of white shrimp *Litopenaeus schmitti* in polyculture with the mullet *Mugil curema* in bioflocs system. Juveniles wild animals were collected in the Sepetiba Bay, RJ and the experiment was conducted at the Marine Biological Station of UFRRJ, in Itacuruçá, Mangaratiba's District, RJ. The animals were acclimated for 10 days and were maintained in the experiment for 60 days. The experimental design was completely randomized design consisting of 4 treatments (culture systems) : TM50 monoculture with 50 juvenile of *L. schmitti* m⁻²; TP50/5- polyculture with 50 *L. schmitti* juvenile.m⁻² and 5 *M. curema* juvenile.m⁻² ; TP50/10- polyculture with 50 *L. schmitti* juveniles m⁻² and 10 *M. curema* juveniles m⁻²; TM10 - monoculture with 10 *M. curema* juveniles.m⁻²; 2 culture medium (clear water and biofloc) in a 4x2 factorial arrangement with four replications . Daily the water temperature, pH and dissolved oxygen datas were taken, the salinity, ammonia and nitrite on alternate days and once a week the nitrate and the phosphate. The water quality parameters were on the acceptable limits for both species. The animals were fed with a 35 % CP commercial diet and the quantity was adjusted every 15 days. The final weight (FW), weight gain (WG), specific growth rate (SGR), feed conversion (FC), productivity (PROD), survival (SUR) and condition factor (K) for the treatments with fishes, the datas were calculated and analyzed to evaluate the significant differences between the systems and medium culture by ANOVA and subsequently by the Duncan test. The prawns in monoculture FW (1.29 g), WG (1.09 g), SGR (3.16% day⁻¹), FC (1.33), PROD (987.03 kg ha⁻¹) and SUR (74.29 %) were significantly higher (p<0.05) than in polyculture (TP50/ and TP50/10). Juvenile of *L. schmitti* present better performance when cultured in the biofloc (p< 0.05). The mullet in monoculture (TM10) and polyculture (TP50/5) present FW (14.60, 17.78 g), WG (7.69, 9.35 g), SGR (12.59, 13.95% day⁻¹), respectively with significant higher values (p<0.05) than in and polyculture (TP50/10). Juvenile of *M. curema* performed better when cultured in the clear water (p<0.05). The biofloc contributed significantly to the growth of juvenile shrimp, however the fish did not present the same performance in heterotrophic system.

Keywords: Super- intensive system. *Litopenaeus schmitti*. *Mugil curema*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Juvenil do camarão branco <i>Litopenaeus schmitti</i>	10
Figura 2. Juvenil do peixe <i>Mugil curema</i>	10
Figura 3. Unidades experimentais utilizadas durante os 60 dias de estudo.....	11
Figura 4. Juvenis de <i>Mugil curema</i> mensurados antes da estocagem nas respectivas unidades experimentais.....	12
Figura 5. Volume do floco sedimentado no cone Inhoff (mL L ⁻¹).	13
Figura 6. Abundância de Clorofíceas (A), Diatomáceas (B), Cianobactérias (C), Protozoários Ciliados (D), Nematódeos (E) e Rotíferos (F) presentes nos bioflocos dos diferentes sistemas de cultivo.	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal da ração fornecida aos juvenis de <i>L. schmitti</i> e <i>M. curema</i> cultivados em monocultivo e policultivo em meios de água clara e bioflocos.	13
Tabela 2. Parâmetros de qualidade da água do monocultivo e policultivo dos juvenis de <i>L. schmitti</i> e <i>M. curema</i> em água clara e bioflocos.....	15
Tabela 3. Volume e concentração dos flocos microbianos nos diferentes sistemas de cultivo em meio ao bioflocos.....	18
Tabela 4. Composição centesimal do bioflocos nos diferentes sistemas de cultivo em meio ao bioflocos.	19
Tabela 5. Índices zootécnicos dos juvenis de <i>L. schmitti</i> cultivados em monocultivo e policultivo em meios de água clara e bioflocos.....	27
Tabela 6. Índices zootécnicos dos juvenis de <i>M. curema</i> cultivados em monocultivo e policultivo em meios de água clara e bioflocos.....	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 <i>Litopenaeus schmitti</i>	4
2.2 Sistema Heterotrófico ou Sistema de Bioflocos.....	5
2.3 Sistema de Policultivo.....	7
3 MATERIAIS E MÉTODOS	10
3.1 Origem dos Animais.....	10
3.2 Manejo Experimental	11
3.3 Análise Estatística	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 Parâmetros de Qualidade de Água	15
4.2 Desempenho Zootécnico	26
5 CONCLUSÃO.....	35
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1 INTRODUÇÃO

No Estado do Rio de Janeiro são encontradas três espécies de camarões marinhos nativos de importância comercial: *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis*, conhecidos vulgarmente como camarão rosa ou lixo e *Litopenaeus schmitti*, denominado camarão branco ou cinza. Dentre essas três espécies, apenas *F. paulensis* apresenta cultivo e comercialização de pós-larvas, entretanto essa espécie é a menos abundante no litoral do Estado, havendo predominância de *F. brasiliensis* e *L. schmitti*.

O camarão branco *L. schmitti* é considerada uma das espécies mais promissoras para aquicultura no Brasil. Essa espécie atinge um tamanho maior que outras espécies nativas, porém os maiores impedimentos para a criação comercial seriam a inexistência da produção comercial de pós-larvas, a imprevisibilidade das desovas de fêmeas ovígeras obtidas na natureza e a dificuldade da indução da maturidade do camarão para cópula em cativeiro (BUENO, 1990; NASCIMENTO et al., 1991).

Atualmente, no Brasil desconhecem-se criações comerciais de *L. schmitti*, verificando-se assim, a importância em obter informações, que possibilitem o desenvolvimento da tecnologia para produção. O desenvolvimento de técnicas para a produção de espécies nativas não tem apenas a importância comercial para a comunidade pesqueira, mas num futuro bem próximo poderão viabilizar as técnicas de manejo e conservação dos estoques naturais e também da biodiversidade.

Atualmente, a aquicultura busca a adoção de práticas de manejo para reduzir os danos ao meio ambiente e dentre essas práticas estão a redução na taxa de renovação de água; o uso de ração balanceada, fornecida de forma controlada para evitar sobras; o controle rigoroso no programa de adubação dos viveiros para evitar excesso de fertilizantes; o povoamento dos viveiros com densidade moderada e compatível com a capacidade de carga do ambiente; o uso de técnicas de manejo, que aumentem a produção sem custo ambiental; e a prática do policultivo para aproveitar melhor o espaço dos viveiros (VALENTI, 2002).

Entre as novas tecnologias de cultivos desenvolvidas mundialmente o cultivo de camarão e peixes em meio heterotrófico ou “BFT” (Biofloc Technology System), destaca-se como uma tecnologia de cultivo ambientalmente amigável, atendendo os pré-requisitos para o desenvolvimento sustentável da aquicultura.

A tecnologia de bioflocos é uma técnica de controle da qualidade da água, através da adição de uma fonte de carbono orgânico via sistema de cultivo (CRAB et al., 2012). Os bioflocos são formados por agregados bacterianos, protozoários, metazoários, microalgas, cianobactérias, larvas de invertebrados, fezes, restos de animais mortos e exoesqueletos (EMERENCIANO et al., 2007).

A vantagem do sistema de bioflocos é a diminuição do uso da água, reduzindo a emissão de efluentes e conseqüentemente, as possibilidades de impactos ambientais (WASIELESKY et al., 2006a). Os sistemas “ZEAH” (Zero Exchange, Aerobic, Heterotrophic Culture Systems) ou sistemas com a tecnologia de bioflocos (BTF) reduzem o risco de introdução e disseminação de doenças, e permitem a complementação da dieta dos animais através da produtividade natural dos viveiros (McINTOSH et al., 2000). Outras vantagens apresentadas pelos sistemas seriam o uso de menores áreas e maiores densidades de estocagem, que podem atingir 500 camarões/m² (WASIELESKY et al., 2006b).

Acredita-se que esse sistema por possuir os flocos microbianos como uma suplementação da dieta para os camarões, apresente a vantagem de uso de uma ração com menor nível protéico, que é muito interessante pela diminuição do custo de produção e menor

uso de farinha e óleo de peixe, que são geralmente utilizados na formulação das rações (McINTOSH, 1999; MOSS, 2002). Sendo que já foi constatada a contribuição do alimento natural no crescimento de camarões peneídeos (MOSS et al., 1992; AMAYA et al., 2007).

No Brasil, este cultivo tem sido realizado experimentalmente com a espécie exótica *Litopenaeus vannamei* (WASIELESKY et al., 2006b; ARANTES, 2007; SILVA et al., 2009; FERREIRA, 2009; KRUMMENAUER et al., 2011), com as espécies nativas *F. paulensis* e *F. brasiliensis* (EMERENCIANO, 2008; EMERENCIANO et al., 2007; 2011a e 2011b e 2012; BALLESTER et al., 2010; FOES et al., 2011) e *Fafantepenaeus subtilis* (SOUZA et al., 2009a).

Litopenaeus schmitti é uma espécie que apresenta características muito semelhantes ao *L. vannamei*, e apresenta juvenis tolerantes às altas densidades de estocagem e também apresentou resultados promissores, quando submetidos ao sistema de bioflocos (FUGIMURA, 2009; 2013). Essas informações somadas às dificuldades no Estado do Rio de Janeiro em realizar cultivos em áreas extensas de viveiros, poderá contribuir para viabilização do cultivo em meios heterotróficos para a produção de camarões.

O policultivo é um sistema integrado de produção, no qual duas ou mais espécies aquáticas são criadas no mesmo local. O objetivo principal é aumentar a produção do cultivo, através da utilização mais eficiente dos recursos ecológicos disponíveis (SILVA et al., 2006), como as fontes alimentares e o espaço de cultivo. Além disso, o sistema otimiza o uso das instalações e da mão de obra, ampliando a sustentabilidade ambiental e econômica. O sistema de policultivo é altamente produtivo e pode ser muito lucrativo, com baixo impacto ambiental (VALENTI, 2002), podendo ser realizado com menores taxas de estocagem de camarões sem prejuízo do resultado econômico, melhorado em função da alta taxa de crescimento dos camarões e dos menores riscos de doenças (SCHWANTES et al., 2009).

No policultivo a recomendação é a utilização de espécies que ocupam níveis tróficos inferiores (onívoros, herbívoros e iliófagos).

No Brasil, o policultivo tem sido pouco estudado em espécies marinhas e estuarinas (CÓRDOBA & MESSINA, 2005). O policultivo de camarões marinhos com peixes, já foi estudado para *Mugil platanus* em policultivo com camarões *L. vannamei* (COSTA et al., 2013), e também o policultivo de *L. vannamei* com linguado *Paralichthys orbignyanus* (SAMPAIO, 2008).

A piscicultura marinha brasileira não tem cultivo comercial de nenhuma espécie, porém na pesca extrativa, a tainha apresenta produção em vários estados do Brasil (Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) (IBAMA, 2008).

As tainhas são peixes que pertencem à família Mugilidae, apresentam ampla distribuição geográfica, encontradas em águas costeiras tropicais e subtropicais de todo o mundo (MENEZES, 1983) e estão entre as nove principais espécies de peixes capturados pela pesca extrativa no Brasil entre 2008 e 2009 (MPA, 2009).

Estudos relacionados à alimentação das tainhas indicam que estas apresentam hábito alimentar herbívoro a detritívoro (OLIVEIRA & SOARES, 1996), diversificando a preferência alimentar ao longo do desenvolvimento e de acordo com a disponibilidade de alimento no meio, normalmente se alimentando dos níveis tróficos mais baixos em ambiente natural (BENETTI & FAGUNDES NETTO, 1991), consumindo microalgas, zooplâncton e detritos (OLIVEIRA & SOARES, 1996), fatores que tornam a espécie apta a criações em sistemas que utilizem o alimento natural como fonte suplementar, possibilitando a redução dos custos de produção.

No estado do Rio de Janeiro, ARAÚJO et al. (1997) citam a ocorrência de três espécies de Mugilídeos na Baía de Sepetiba: *Mugil liza* Valenciennes, 1836; *Mugil curema* Valenciennes, 1836 e *Mugil platanus* Günther, 1880.

Segundo ROCHA (2012), os juvenis de *M. liza* podem ser cultivados em sistema de bioflocos, utilizando como fontes de carbono orgânico o melão e o farelo de arroz, que se mostraram eficientes na manutenção da qualidade da água dos tanques de criação, sem prejuízos ao crescimento e à sobrevivência dos animais. Existe apenas um trabalho do policultivo de *L. schmitti* com *M. liza* em tanques de terra, realizado em Maracaibo - Venezuela (ARTILES et al., 2001a), portanto os juvenis de *L. schmitti* como de *M. curema*, podem ser cultivados em sistemas de policultivo e de bioflocos.

No Brasil, existem poucos estudos tanto sobre o sistema de bioflocos quanto ao sistema de policultivo, com a utilização de espécies nativas. O presente estudo molda-se ao conceito de sustentabilidade na aquicultura moderna, agregando novos valores à produção de conhecimento científico e às práticas do setor. Assim, este trabalho busca aumentar o conhecimento das espécies nativas *L. schmitti* e *M. curema* policultivadas em sistema heterotrófico.

OBJETIVOS

Geral:

Avaliar o desempenho zootécnico do camarão *L. schmitti* em policultivo com o parati *M. curema* em meio ao bioflocos.

Específicos:

- Analisar os parâmetros de qualidade de água em meio ao bioflocos e água clara e nos sistemas de policultivo e monocultivo do camarão *L. schmitti* e do parati *M. curema*.
- Avaliar o policultivo nas densidades (50 juvenis de *L. schmitti* m⁻² com 5, 10 juvenis de *M. curema* m⁻²), em meio ao bioflocos e na água clara comparando os índices zootécnicos.
- Avaliar o monocultivo na densidade 50 de juvenis de *L. schmitti* m⁻² e na densidade de 10 juvenis de *M. curema* m⁻², em meio ao bioflocos e na água clara comparando os índices zootécnicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Litopenaeus schmitti*

Litopenaeus schmitti distribui-se pelo Atlântico Ocidental desde Cuba até o Brasil no estado do Rio Grande do Sul. A captura pode ocorrer até os 50 metros de profundidade e em algumas regiões em locais até os 25 metros (COSTA, 2002). De acordo com Santos et al. (2004), essa espécie tem preferência por fundos lamosos, o que explica o deslocamento para regiões mais profundas.

Essa espécie apresenta grande interesse comercial, sendo um dos principais alvos das frotas pesqueiras do litoral brasileiro. Segundo Almeida & D'Incao (1999), a pesca industrial ocorre principalmente na costa do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina e a artesanal nos estuários e baías.

É capturada comumente pela frota de arrasteiros duplos direcionada ao camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) (VALENTINI & PEZZUTTO, 2006). As capturas do *L. schmitti* acontecem em duas fases do ciclo de vida: na fase adulta, quando são pescados pela frota industrial e quando jovens são alvos da pesca artesanal no estuário, e vendidos como isca-viva. As capturas reduzidas no Sul e Sudeste indicam que a espécie está em estado de exploração (SANTOS et al., 2008). A exploração indiscriminada e a ação antrópica do homem têm reduzido os estoques naturais das espécies do camarão-branco *L. schmitti* (Burkenroad, 1936), assim como do camarão-rosa *F. brasiliensis* (Latreille, 1817), *F. paulensis* (Perez Farfante, 1967), camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) no litoral do Sul e Sudeste do Brasil (COSTA & FRANZOZO, 1999; D'INCAO et al., 2002 e COSTA et al., 2005).

O *L. schmitti* representa 38% dos camarões encontrados na Baía de Sepetiba, no litoral do Rio de Janeiro, e juntamente com o camarão rosa *F. brasiliensis* é um dos principais recursos pesqueiros da região (OSHIRO et al., 2005). A pesca e exploração de camarões nas regiões costeiras têm causado reduções na biodiversidade, sendo uma consequência da pesca de arrasto em ambientes não consolidados (PAULY et al., 2002).

Na costa do Caribe e América do Sul, o *L. schmitti* é a principal espécie capturada em pescas de arrasto, no entanto, no Brasil não existe regulamentação que proíba a pesca indiscriminada dessa espécie. A instrução normativa do IBAMA nº 189/2008, proíbe a captura de *F. paulensis*, *F. brasiliensis* e *F. subtilis* (Perez Farfante, 1967), *X. kroyeri* (Heller, 1862), *L. schmitti*, *Pleoticus muelleri* e *Artemesia longinaris* (Bate, 1888), anualmente, nas áreas marinhas entre divisa dos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro e Foz do Arroio Chuí, Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1º de março a 31 de maio, e para os estados da Bahia e Espírito Santo, no período de 15 de novembro a 15 de janeiro. Portanto, pela normativa do IBAMA nº 189/2008 fica estabelecida o defeso para pesca do camarão sete-barbas *X. kroyeri* (Heller, 1862) e fauna acompanhante, além disso, é proibida a pesca de arrasto motorizada, para captura dessas espécies.

O camarão branco *L. schmitti* é um importante recurso, sendo considerada uma das espécies mais promissoras para aquicultura no Brasil. Em criações extensivas cultivados em salinidade entre 20 a 45, podem atingir tamanhos superiores a outras espécies nativas como as do gênero *Farfantepenaeus* (BUENO, 1990; NASCIMENTO et al., 1991), além disso, possui boa aceitação no mercado consumidor. A espécie possui características semelhantes ao *L. vannamei*, os juvenis são tolerantes às altas densidades de estocagem e podem ser cultivados

em sistema de bioflocos (FUGIMURA, 2013). Porém, atualmente essa espécie tem sido pouco estudada no país.

Estudos sobre essa espécie foram realizados no final da década de 80 e início da década de 90 relacionados à reprodução em cativeiro, por Bueno (1989, 1990) no Brasil; por Nascimento et al. (1991) no Texas; e por Ramos et al. (1995), Tizol et al. (1996) e Jar (2005) em Cuba. Estudos sobre a duração do período reprodutivo foram realizados por Ewald (1965) no Golfo da Venezuela, Emerenciano (1981) na área de Tutóia Belém-PA, Coelho & Santos (1993) em Tamandaré-PE, Santos et al. (2008) na baía de Santos.

Vários trabalhos relacionados à nutrição de *L. schmitti* foram realizados em Cuba por Galindo et al. (1992), Artiles (2001b), Galindo et al. (2002), Fraga et al. (2002, 2010), Galindo et al. (2004), Galindo et al. (2006), Jaime-Ceballos & Galindo-López (2006), Gonzáles et al. (2007), Alvarez et al. (2007), Galindo-López et al. (2009), Fraga-Castro & Jaime-Ceballos (2011), Ruano et al. (2013).

Devido ao rápido crescimento em cativeiro e adaptação às condições climáticas do Brasil, com a espécie exótica *L. vannamei* introduzida na década de 90, abandonou-se a tentativa de criar o *L. schmitti* em cativeiro. Atualmente, desconhecem-se criações comerciais de *L. schmitti* no Brasil e a maioria dos estudos com cultivos de camarões marinhos estão sendo realizados com a espécie exótica *L. vannamei*. Assim, o desenvolvimento de novas tecnologias para o cultivo de espécies nativas representa um campo promissor para os estudos.

Portanto, a falta de conhecimentos e a carência de estudos sobre as espécies nativas torna-se imprescindível o desenvolvimento de técnicas, que promovam a produção em cativeiro, a manutenção e a conservação dos estoques naturais.

2.2 Sistema Heterotrófico ou Sistema de Bioflocos

A produção de pescado nacional cresce a cada ano, em 2011 o país produziu cerca de 628.704,3 toneladas de pescado, representando 31,1% em relação ao ano anterior. Sendo a maior parte da produção aquícola realizada no continente (86,6%) e o restante no litoral (13,4%). No continente, as espécies de peixe mais cultivadas foram tilápia e tambaqui representando 67% do total. No ambiente marinho, a carcinicultura foi responsável por 78% (65.670,6 t) do que foi cultivado (MPA, 2011).

Devido ao desenvolvimento crescente da aquicultura, atualmente busca-se técnicas de manejo para reduzir os danos causados ao meio ambiente, sendo um dos maiores problemas a deterioração da qualidade da água. Uma alternativa para minimizar os impactos negativos dos efluentes do cultivo e prevenir a disseminação de doenças é a utilização de cultivos de peixe e camarão em sistemas super-intensivos sem renovação de água.

No Brasil, este cultivo em sistema super-intensivo tem sido realizado experimentalmente com diferentes espécies de camarões peneídeos (WASIELESKY et al., 2006b; ARANTES, 2007; SILVA et al., 2009; FERREIRA, 2009; KRUMMENAUER et al., 2011, EMERENCIANO, 2008; EMERENCIANO et al., 2007; 2011a e 2011b e 2012; FOES et al., 2011; BALLESTER et al., 2010, SOUZA et al., 2009a) e com peixes (ROCHA, 2012; ITANI et al., 2010; WAMBACH, 2013).

Os sistemas super-intensivos sem renovação de água baseiam-se na adição de uma fonte de carbono, para manter uma relação de carbono: nitrogênio ideal para o desenvolvimento dos bioflocos. De acordo com Kubtiza (2011), a relação C/N dos resíduos orgânicos é dependente dos teores de proteína bruta presentes na ração utilizada. Ração com níveis elevados de proteína contém teores elevados de nitrogênio, resultando em resíduos com baixa relação C/N (KUBTIZA, 2011). Para elevar essa relação é necessário adicionar na água

de cultivo, um fertilizante orgânico como, por exemplo, o melaço de cana-de-açúcar, que tem a capacidade de elevar esta relação. Wasielesky et al. (2006a) afirmam que relações C: N entre 14 a 30:1, são ideais para a formação do bioflocos e estabelecimento de bactérias heterotróficas.

Várias fontes de carbono já foram utilizadas para promover o crescimento das bactérias heterotróficas, como: glicose, celulose, farinha de tapioca, melaço, farelo de arroz, dextrose, entre outros (AVNIMELECH, 1999). Crab et al. (2010) afirmaram que a composição nutricional do bioflocos é influenciada pela fonte de carbono introduzida no sistema de cultivo, assim a escolha da fonte de carbono é um fator importante para o desempenho final dos animais. Na escolha da fonte de carbono deve-se levar em consideração seu baixo custo, havendo, portanto como alternativa a utilização de resíduos industriais.

O melaço é um subproduto da cana de açúcar, que possui geralmente 17 a 25% de água e 45 a 50% de teor de açúcar (sacarose, glicose e frutose) (NAJAFPOUR & SHAN, 2003). O melaço é mais barato que a glicose, além disso, contém vitaminas e minerais importantes para o crescimento das bactérias (SQUIO & ARAGÃO, 2004). Para a formação dos agregados microbianos é necessário um bom dimensionamento da aeração, visando à suspensão do material particulado. Wasielesky et al. (2006a) relataram que os restos de alimentos e excretas dos animais são as principais fontes de nitrogênio, para formação dos agregados, os quais serão convertidos em proteína microbiana.

Barbieri Jr. & Ostrensky Neto (2002), Cuzon et al. (2004), Tacon et al. (2002) verificaram que a proteína obtida a partir do consumo de detritos orgânicos é consumida pelos camarões durante o cultivo, assim como vários pesquisadores confirmaram o consumo de bioflocos pelos peixes (KUBITZA, 2003, 2011; SAMOCHA et al., 2007, AVNIMELECH, 2007, AZIM & LITTLE, 2008; AZIM et al., 2008; CRAB et al., 2009; ROCHA, 2012).

Esses sistemas de cultivo reduzem a introdução e disseminação de doenças no ambiente de cultivo e a eutrofização pela descarga de efluentes ricos em nutrientes no meio ambiente (DECAMP et al., 2003). Além disso, existe a possibilidade de fornecimento de dietas com menores teores de proteína bruta, a qual seria suplementada pela produtividade natural, reduzindo os custos de produção. Segundo Burford et al. (2004), mais de 29% do alimento consumido por *L. vannamei* pode ser proveniente do flocos bacteriano presente no meio heterotrófico. Em cultivos experimentais com tilápias Azim & Little (2008) verificaram que os flocos alcançavam níveis de proteína bruta acima de 50%, tornando-o um alimento de grande valor nutricional. Além de proteína, os flocos contêm macro (cálcio, fósforo, potássio e magnésio) e micronutrientes (cobre, ferro, manganês e zinco), aminoácidos e ácidos graxos (MOSS et al., 2006).

Vários autores têm demonstrado resultados satisfatórios em termos de produção e eficiência de retenção do nitrogênio, ao adicionarem fontes de carbono orgânico (açúcar, melaço, amido de mandioca, etc.) com manutenção de um sistema de aeração para estimular o desenvolvimento de bactérias heterotróficas em viveiros de camarão (AVNIMELECH, 1999; BURFORD et al., 2003; HARI et al., 2004).

De acordo com Tacon et al. (2002) e Wasielesky et al. (2006b), a presença de comunidades estabilizadas de bactérias no ambiente pode melhorar crescimento, ganho de peso, conversão alimentar, resistência a doenças, consumo de ração e sobrevivência.

Emerenciano et al. (2007) obtiveram taxas de sobrevivência de 93,77% cultivando *F. paulensis* na presença do flocos microbiano. Fróes et al. (2012) relataram produção de 8772,12 Kg ha⁻¹ para o *L. vannamei* cultivado em sistemas sem renovação de água.

Crab et al. (2009) cultivando tilápias híbridas (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) em sistema heterotrófico, encontraram sobrevivências de 97 e 80% para os peixes de 100 e 50 g, respectivamente. LUO et al. (2014) relataram taxas de crescimento de 2,13 % dia⁻¹ para tilápias criadas em bioflocos.

A desvantagem desse sistema está nos altos custos para implantação e operação, também no manejo, que mostra-se rigoroso quanto ao controle de aeração no sistema, pois a demanda de oxigênio dissolvido é muito alta. Porém, esses custos são compensados pelo aumento da densidade de estocagem dos camarões (DECAMP et al., 2007). Cultivos heterotróficos realizados em sistemas com adição de oxigênio têm gerado produtividades equivalentes a 60 t/ha/ciclo, utilizando densidades de até 400 camarões m⁻² (LEFFLER, 2008).

No Brasil, em densidades de 300 camarões m⁻² tem-se obtido sobrevivências acima de 85% com ciclos de 90 a 120 dias (SAMPAIO et al., 2010). As densidades de estocagens mais recomendadas para o cultivo de *L. vannamei* em tecnologia de bioflocos estão entre 300 e 350 camarões m⁻² (SAMPAIO et al., 2010). A densidade de estocagem influencia o desempenho dos animais criados em cativeiro, existe uma relação inversa entre o desempenho dos animais e altas densidades de estocagens. No entanto, não existe uma causa definida dessa relação inversa, devido à dificuldade de separar os efeitos do comportamento do camarão e da qualidade de água em densidades de estocagens diferentes.

Geralmente camarões criados em densidades elevadas crescem menos e a sobrevivência é menor, do que camarões estocados em densidades baixas. Reduções no crescimento em densidades de estocagens elevadas devem-se à competição por alimento, espaço e canibalismo (PRETO et al., 2005; KRUMMENAUER et al., 2006).

O cultivo da espécie exótica *L. vannamei* em sistema heterotrófico vem sendo analisado como alternativa para elevar a produção brasileira, além disso, o cultivo em consórcio com peixes é interessante devido à possibilidade de obtenção de dois produtos distintos para comercialização. Também devem ser consideradas as vantagens em se cultivar espécies nativas nesse sistema, tais como, produção com menores impactos ambientais, maior tolerância às condições locais, larvas resistentes aos patógenos nativos, disponibilidade de reprodutores selvagens na região costeira e melhor aceitação no mercado local (SANDIFER et al., 1993).

2.3 Sistema de Policultivo

O policultivo é definido como o cultivo simultâneo de duas ou mais espécies de organismos aquáticos em um mesmo ambiente. Geralmente são cultivadas espécies com hábitos alimentares distintos e que ocupem diferentes espaços na coluna d'água. Esse sistema de cultivo permite um melhor aproveitamento da matéria orgânica, já que os resíduos gerados por uma espécie podem ser aproveitados por outra, como fonte de alimento.

Segundo Silva et al. (2006), o policultivo aumenta a produtividade, proporcionando a utilização mais eficiente do alimento e do ambiente de cultivo. Além disso, permite o maior aproveitamento das instalações físicas dos viveiros e redução da mão de obra. Baixas densidades de estocagens de camarões podem ser utilizadas nesse sistema de cultivo, sem perdas econômicas, aumentando o crescimento e evitando a introdução de doenças (SCHWANTES et al., 2009).

Para que o policultivo de organismos aquáticos venha a gerar lucros é imprescindível compreender o conceito de nicho ecológico, especialmente no que diz respeito à ecologia trófica das espécies cultivadas.

Normalmente o policultivo é realizado priorizando os peixes como espécie principal, pois os camarões possuem hábito alimentar onívoro, aproveitam os restos de alimentos e fezes sedimentadas no fundo dos viveiros. Geralmente o camarão em policultivo, apresenta uma produção superior que ao monocultivo, comprovando que os animais em policultivo aproveitam melhor os recursos ecológicos disponíveis no ambiente (TIAN et al., 2001).

Lutz (2003), afirma que o maior problema no crescimento do policultivo em aquicultura é a falta de aceitação pelos produtores, pois muitas vezes não estão capacitados para utilizar essa técnica.

O policultivo tem sido pouco estudado no Brasil, principalmente com espécies marinhas e estuarinas (CÓRDOBA & MESSINA, 2005). O policultivo de camarões marinhos com peixes, já foi estudado para *Mugil platanus* em policultivo com camarões *Litopenaeus vannamei* por Costa et al. (2013) e *L. vannamei* com linguado *Paralichthys orbignyanus* (SAMPAIO, 2008). O policultivo de *L. schmitti* com *Mugil liza* em tanques de terra foi estudado por Artiles et al. (2001a), em Maracaibo (Venezuela), onde verificaram que a presença das tainhas em baixas densidades contribuiu para elevar a produtividade total nos tanques.

Na literatura existem vários estudos sobre o policultivo de camarão com tilápias em diferentes densidades de estocagens: *L. vannamei* com a tilápia *Oreochromis niloticus* (MAIA 2006; MUANGKEOW et al., 2007; HERNANDEZ-BARRAZA et al., 2012 e SIMÃO et al., 2013), *Penaeus chinensis* com híbridos de tilápia (WANG et al., 1998), o camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* com *O. Niloticus* (SANTOS & VALENTI, 2002; DANAHER et al., 2007) e *O. niloticus* com o camarão *Macrobrachium amazonicum* (SOUZA et al., 2009b).

Os peixes da Família Mugilidae distribuem-se em águas tropicais e subtropicais de todo mundo, ocorrendo principalmente em regiões costeiras estuarinas (MENEZES 1983). Também ocorrem em lagoas hipersalinas e águas dulcícolas (CERVIGÓN et al., 1992). No Brasil, os Mugilídeos são conhecidos vulgarmente como tainhas e paratis na região Sudeste e Sul e como tainhas e curimãs no Norte e Nordeste, sendo considerados de grande importância para a pesca artesanal (REIS et al., 1994).

As espécies *M. platanus* e *M. liza* por atingirem tamanhos maiores e valores mais elevados de mercado do que *M. curema* são mais procuradas e utilizadas em piscicultura (MENEZES et al., 2010). O parati *Mugil curema* é uma espécie comum no litoral brasileiro, pode alcançar tamanhos de 50 cm e 1,5 Kg, ocorrendo tamanhos de 30cm e 0,6Kg (SZPILMAN, 2000). Na época de reprodução desovam no mar, e em seguida os animais jovens nadam em direção às regiões estuarinas em busca de alimento e proteção, e quando atingem a maturidade sexual retornam ao mar para desovar (BARCELLINI et al., 2011).

Silva & Araújo (2000) observaram que na baía de Sepetiba (RJ), a espécie *Mugil liza* representou 99,2 % do número total de Mugilídeos capturados, seguido de *M. curema* com 0,5% e *M. platanus* com 0,3% em amostras experimentais nos anos de 1994. Mas, recentemente a espécie *M. platanus* foi renomeada à *M. liza* (MENEZES et al., 2010), pois estudos comparando DNA mitocondrial de *M. liza* e *M. platanus* concluíram que se tratava da mesma espécie (FRAGA et al., 2007; HERAS et al., 2009), portanto *M. liza* deve ser considerado sinonímia de *M. platanus*.

O cultivo de Mugilídeos é realizado em mono e ou policultivo em vários países como Coreia, Itália, Taiwan, China, Israel e Egito, sendo o último o maior produtor. Os Mugilídeos são distribuídos em águas tropicais e subtropicais marinhas do mundo.

Uma das principais características do comportamento alimentar dos Mugilídeos é a sua capacidade de adaptação a alimentos de diversas origens, diferenciando seus hábitos alimentares de acordo com a fase do ciclo de vida, sendo considerados detritívoros, iliófagos, herbívoros, onívoros, fitófagos e zooplantófagos (FRANCO & BASHIRULLAH, 1992). Oliveira & Soares (1996) registraram 16 itens alimentares nos conteúdos estomacais de tainhas *M. platanus*, com predominância de cianobactérias, algas, metazoários, protozoários e detritos. Esses autores afirmam ainda, que a ocorrência dos microorganismos varia conforme as estações do ano e que as tainhas podem ser consideradas consumidores primários e secundários. De acordo com De Silva & Witeyaratne (1977), as espécies da família Mugilidae

apresentam uma mudança do hábito alimentar planctófago, para detritívoro vegetal quando atingem comprimento total entre 5 e 6 cm.

As características biológicas das espécies dessa família fazem com que essas sejam consideradas, com grande potencialidade para a aquicultura (GODINHO et al., 1988). Além disso, são consideradas de grande importância econômica já que são muito exploradas na atividade pesqueira. Estudos sobre tolerância às variações de salinidade (FONSECA NETO & SPACH, 1999; HOTOS & VLAHOS 1998), de temperatura (OKAMOTO et al., 2006), concentrações de amônia e nitrito (MIRANDA-FILHO et al., 1995) e concentração de nitrato (POERSCH et al., 2007) evidenciam a alta adaptabilidade destas espécies às condições de cultivo em cativeiro. Diferentes densidades de estocagens, já foram utilizadas em ensaios de crescimento de Mugilídeos (YAMANAKA et al., 1991; SCORVO-FILHO et al., 1992 e 1995; FERREIRA et al., 1998, SAMPAIO et al., 2001, COSTA et al., 2013).

Carvalho et al. (2010) afirmaram que a tainha *M. platanus* necessita de 34% de proteína bruta na sua dieta para suprir sua exigência nutricional, e que essa exigência pode ser reduzida quando houver oferta de alimento natural no ambiente de cultivo. Jana et al. (2004) e Neves (2009) verificaram a possibilidade de criação dos juvenis de *M. platanus* na presença de perifiton, assim como, Larson & Shanks (1996), verificaram o consumo de bioflocos pelas tainhas *M. curema* e *M. cephalus*.

Vários estudos já foram realizados com tilápias em sistemas sem renovação de água, confirmando que os bioflocos melhoraram o desempenho dos peixes e a qualidade de água e que os flocos microbianos podem ser utilizados com uma importante fonte suplementar de alimento com alto valor nutricional, reduzindo os custos com alimentação (KUBITZA, 2003, 2011; AVNIMELECH, 2007; SAMOCHA et al., 2007; AZIM & LITTLE, 2008; AZIM et al., 2008; CRAB et al., 2009; WAMBACH, 2013; LUO et al., 2014).

De acordo com Rocha (2012), os juvenis de tainhas *Mugil liza* podem ser mantidos em sistema de bioflocos com renovação mínima de água, sem causar prejuízos ao crescimento e à sobrevivência dos animais. Rocha et al. (2012) concluíram que a partir de um inóculo de bioflocos, a tainha *Mugil cf. hopes* pode ser criada em sistema de cultivo sem renovação de água. A possibilidade de criação de juvenis de tainhas em sistema heterotrófico, onde existe a presença de uma fonte suplementar de alimento (bioflocos), pode ser uma alternativa para otimizar a produção em cativeiro, melhorar a qualidade de água, reduzir as descargas dos efluentes e a introdução de doenças, além disso, os paratis em policultivo com o camarão podem promover o melhor aproveitamento da ração, dos espaços disponíveis e aumentar a produtividade.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Origem dos Animais

Os juvenis de *L. schmitti* e *M. curema* utilizados no presente estudo foram capturados por pescadores artesanais da Ilha da Madeira, Itaguaí, Rio de Janeiro (Figura 1, Figura 2).



Figura 1. Juvenil do camarão branco *Litopenaeus schmitti*.



Figura 2. Juvenil do peixe *Mugil curema*.

A captura dos animais foi realizada em abril de 2013 com tarrafas e transportados em caixa de isopor com água do mar e aeradores portáteis, sendo os indivíduos levados para a Estação de Biologia Marinha da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (EBM/UFRRJ), em Itacuruçá, Mangaratiba, RJ.

3.2 Manejo Experimental

Os juvenis de *L. schmitti* e *M. curema* passaram por um período de aclimação de 10 dias em tanques de polietileno com capacidade de 500 L, com água do mar com salinidade variando entre 31 e 35, sendo alimentados duas vezes ao dia com uma ração de 35% PB, e mantidos a temperatura de 27 a 28 °C, através de aquecedores submersos.

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado composto por 4 tratamentos (sistemas de cultivo): TM50- Monocultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻²; TP50/5- Policultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻² e 5 juvenis de *M. curema* m⁻²; TP50/10- Policultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻² e 10 juvenis de *M. curema* m⁻²; TM10- Monocultivo na densidade de 10 juvenis de *M. curema* m⁻² e 2 meios de cultivo (água clara e bioflocos) em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições.

As unidades experimentais utilizadas foram tanques de polietileno de 500 L, com volume útil de 300 L, com área de fundo de 0,71 m², que receberam água salgada com salinidade entre 31 e 35, devidamente tratada antes do abastecimento através de filtros biológicos e mecânico, luz ultravioleta e cloração (Figura 3).



Figura 3. Unidades experimentais utilizadas durante os 60 dias de estudo.

No fundo de cada tanque foi montado um sistema de aeração ligado a um compressor de ar do tipo blower, que forneceu aeração forte e constante com o auxílio de pedras porosas, permitindo que o floco ficasse suspenso na coluna d'água. A água doce declorada foi adicionada aos tanques, com meios de cultivo com bioflocos, para repor as perdas por evaporação, para manutenção da salinidade e do nível de água durante o período experimental.

Para formação do biofoco e manutenção da qualidade da água foi inoculada a diatomácea *Tetraselmis chuii* em uma densidade de 3×10^4 células mL⁻¹. Foi realizada análise de espectrometria de massa com o aparelho CNH para obter as percentagens de carbono e nitrogênio presentes no melaço de cana-de-açúcar (0,3% C; 0,079 % N), farelo trigo (0,42% C; 0,0283 N%) e ração (0,41% C; 0,069% N), que permitiu o cálculo da fertilização orgânica durante o período experimental.

Os peixes foram anestesiados com óleo essencial de cravo (*Eugenia caryophyllata*) na concentração de 40 mg L⁻¹ na biometria inicial e nas biometrias seguintes com concentração de 80 mg L⁻¹ (DELBON & RANZANI PAIVA, 2012). Posteriormente os juvenis de *L.*

schmitti e *M. curema* foram pesados em balança de precisão de 0,01g. Os paratis foram mensurados com auxílio de uma régua para obter o comprimento padrão dos animais (comprimento do focinho até o pedúnculo caudal), o comprimento médio inicial foi de $7,46 \pm 0,52$ cm (Figura 4).

Os juvenis de camarões e peixes foram estocados aleatoriamente nas respectivas unidades experimentais, com peso inicial médio de $0,90 \pm 0,05$ g e $7,26 \pm 1,26$ g, respectivamente.



Figura 4. Juvenis de *Mugil curema* mensurados antes da estocagem nas respectivas unidades experimentais.

Após a estocagem dos animais, durante os três primeiros dias de estudo foram adicionados melão e farelo de trigo como fontes de carbono, para manter uma relação de carbono/nitrogênio ideal e estimular o crescimento de bactérias heterotróficas. Buscou-se manter uma relação carbono/nitrogênio de 20:1 (AVNIMELECH, 1999), que foi estabelecida com base na quantidade de nitrogênio e carbono da ração, melão e farelo de trigo. O farelo de trigo foi adicionado numa proporção de 5% do melão.

Após a indução inicial de formação do biofoco, a fertilização orgânica foi realizada como base no nível de nitrogênio amoniacal total (N-AT) e nitrito ($\text{NO}_2\text{-N}$). Quando verificado que as concentrações desses compostos nitrogenados atingiram o nível $\geq 1\text{mg L}^{-1}$, a adição da fonte de carbono realizou-se com base na relação C: N-AT de 6:1, onde 6g de carbono são necessários para converter 1 g de amônia total (N-AT) em proteína microbiana (AVNIMELECH, 1999).

Os animais foram alimentados com uma ração comercial de 35% PB da empresa Poli-Nutri Alimentos SA (Poli-camarão 350), fornecida em bandejas teladas duas vezes ao dia, às 09h e 18h, na proporção que variou de 10 a 6,5% da biomassa de cada unidade experimental (JORY, 2001). Nas unidades experimentais, onde o sistema de cultivo foi policultivo ofertou-se a dieta com base na biomassa dos juvenis de *L. schmitti*, que foram considerados como a espécie principal. A cada 15 dias, todos os animais de cada unidade experimental foram pesados. O ajuste da quantidade de ração fornecida aos animais realizou-se de acordo com as biometrias e observação do consumo. A composição centesimal da ração de 35% PB encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Composição centesimal da ração fornecida aos juvenis de *L. schmitti* e *M. curema* cultivados em monocultivo e policultivo em meios de água clara e bioflocos.

Nutriente	Composição centesimal aproximada (%)
Proteína Bruta	37,21
Matéria Seca	92,03
Matéria Mineral	10,96
Extrato Etéreo	11,23
Fibra Bruta	2,95

Diariamente após o registro dos dados abióticos realizou-se a limpeza dos tanques com meios de cultivo água clara, através de sifonagem retirando os restos de ração, fezes, ecdises e animais mortos, renovando-se 70% da água de cultivo, com água tratada e decolorada.

Os parâmetros de qualidade de água como temperatura, oxigênio dissolvido e pH foi medido através do multiparâmetro (YSI modelo Proplus, Bernauer Aquacultura), sendo registrados duas vezes ao dia, as 08 e 15h. A salinidade foi verificada através de um salinômetro em dias alternados. Amostras de água dos tanques de cultivo foram coletadas em dias alternados para análises de amônia total (N-AT) e nitrito (NO₂-N), e uma vez por semana para análises de nitrato (NO₃-N), fosfato (P-PO₃⁴ mg L⁻¹). As análises foram realizadas com o auxílio de kits colorimétricos próprios para água salgada.

O volume do floco foi avaliado duas vezes por semana, através do cone graduado Inhoff, coletando-se uma amostra de 1L de todas as unidades experimentais com meio de cultivo bioflocos e esperou-se 20 min. para a sedimentação do floco no fundo do cone, registrando-se o volume do floco (mL L⁻¹) (Figura 5).



Figura 5. Volume do floco sedimentado no cone Inhoff (mL L⁻¹).

Além disso, foi analisada a concentração de sólidos suspensos totais (mg L⁻¹) aos 7°, 14°, 21°, 28°, 35°, 42°, 49° e 56° dias de estudo, através da metodologia de gravimetria de volatilização (STRICKLAND & PARSONS, 1972).

Para verificar a composição dos microorganismos presentes no floco, amostras de 50 mL de água dos tanques de cultivo com bioflocos foram tomadas aos 6°, 34°, 59° dias de estudo e fixadas com 20 mL de formol a 4% em vidro âmbar.

As análises preliminares do zooplâncton consistiram na tomada de três subamostras de 0,05 mL e observações de cinco campos em cada uma das subamostras. A contagem e identificação do zooplâncton foram realizadas em microscópio óptico (CH30, Olympus) com 400 e 100 x de aumento.

As microalgas foram contadas e identificadas com o auxílio da câmara de Neubauer em um aumento de 400 x, sendo realizadas análises preliminares de quatro subamostras, adicionando-se lugol para facilitar a identificação do fitoplâncton. Os microorganismos foram identificados em níveis taxonômicos mais baixos, com o auxílio de chaves de identificação. (KUDO, 1966; NEEDHAM, 1973; ROUND, 1983).

Ao final dos 60 dias de estudo foi realizada a contagem e a pesagem individual dos animais de cada unidade experimental. A água de cultivo dos tratamentos com bioflocos foi filtrada em filtro de café para coleta dos bioflocos, que foram secos em estufa a 60°C até atingirem um peso constante, e congelados em seguida. Os bioflocos secos foram separados por tratamento, para posterior análise de composição proximal no Laboratório de tecnologia de pescado da FIPERJ (AOAC, 2000; FOLCH et al., 1957).

A avaliação do desempenho dos juvenis de *L. schmitti* e *M. curema* foi calculada a partir dos seguintes índices zootécnicos: peso final, ganho de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente, produtividade, sobrevivência, e fator de condição para os tratamentos que continham peixes. As fórmulas utilizadas foram as seguintes:

Ganho de peso (GP) (g) = peso médio final – peso médio inicial

Taxa de crescimento específico (TCE) (%/dia) = [(média de peso final – média de peso inicial) * 100] / dias de experimento

Conversão alimentar aparente (CAA) = Quantidade de ração fornecida (g) / Ganho de peso total (g)

Produtividade (PROD) (kg/ha) = biomassa (kg) * 10.000 m² (ha) / área de cultivo utilizada (m²)

Sobrevivência (SOB) (%) = (número final de animais/número inicial de animais) * 100

Fator de condição (K) = [peso individual final/ (comprimento individual total)³] * 100

3.3 Análise Estatística

Os resultados de desempenho zootécnico dos camarões e peixes e parâmetros de qualidade de água, Volume, SST (Sólidos Suspensos Totais) e composição centesimal dos bioflocos foram analisados pelos testes de normalidade de Shapiro-Wilk e homogeneidade de Bartlett. O peso final (PF) e ganho de peso (GP) dos camarões foi transformado em \sqrt{x} e a produtividade (PROD) em Log10. O ganho de peso (GP) dos peixes foi transformado em Log10 e a taxa de crescimento específico (TCE) em $1/x$. Apenas os dados não transformados foram apresentados no presente estudo. Posteriormente os dados obtidos foram analisados pela análise de variância (ANOVA). A existência de diferenças significativas entre as médias dos tratamentos foram verificadas pelo teste de Duncan e consideradas significativas em nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros de Qualidade de Água

Os parâmetros de qualidade de água registrados durante o período de estudo estão apresentados na Tabela 2.

Entre os parâmetros de qualidade de água avaliados durante o período experimental, somente o nitrito e o nitrato diferiram ($p < 0,05$) com relação aos sistemas de cultivo, havendo efeito ($p < 0,05$) de meios de cultivo para as variáveis temperatura da manhã e tarde, pH manhã e tarde, oxigênio dissolvido manhã e tarde, salinidade, nitrito e nitrato.

Não houve efeito de interação ($p > 0,05$) entre os fatores, sistemas de cultivo e meios de cultivo para todas variáveis analisadas.

A maioria dos parâmetros de qualidade de água apresentaram-se superiores no meio de cultivo com bioflocos em relação à água clara, exceto temperatura manhã, salinidade e fosfato (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros de qualidade da água do monocultivo e policultivo dos juvenis de *L. schmitti* e *M. curema* em água clara e bioflocos.

Parâmetros	Sistemas de cultivo				Meios de cultivo		CV%	Valor P ² SCxMC
	TM50	TP50/5	TP50/10	TM10	AC	BF		
Temperatura manhã (°C)	27,47	27,64	27,83	27,68	28,02 ^a	27,27 ^b	1,44	0,69
Temperatura tarde (°C)	27,64	27,68	27,86	27,63	27,52 ^b	27,93 ^a	1,33	0,92
pH manhã	8,49	8,48	8,49	8,49	8,44 ^b	8,53 ^a	0,37	0,87
pH tarde	8,40	8,40	8,43	8,44	8,38 ^b	8,45 ^a	0,64	0,76
OD manhã (mg L ⁻¹)	6,67	6,52	6,51	6,58	6,35 ^b	6,79 ^a	2,39	0,66
OD tarde (mg L ⁻¹)	6,50	6,35	6,34	6,53	6,28 ^b	6,58 ^a	3,08	0,66
Salinidade	31,38	31,65	31,58	31,68	31,85 ^a	31,28 ^b	1,00	0,51
Amônia (N-AT mg L ⁻¹)	0,23	0,36	0,50	0,36	0,33 ^a	0,41 ^a	68,75	0,55
Nitrito (N-NO ₂ mg L ⁻¹)	3,07 ^a	2,73 ^a	2,78 ^a	2,09 ^b	0,42 ^b	5,12 ^a	19,01	0,35
Nitrato (N-NO ₃ mg L ⁻¹)	31,46 ^a	27,75 ^b	37,03 ^a	12,45 ^c	2,95 ^b	54,91 ^a	28,06	0,34
Fosfato (P-PO ₃ ₄ mg L ⁻¹)	0,10	0,12	0,83	0,20	0,99 ^a	0,58 ^a	34,60	0,56

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($P < 0,05$). TM50- Monocultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻²; TP50/5- Policultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻² e 5 juvenis de *M. curema* m⁻²; TP50/10- Policultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻² e 10 juvenis de *M. curema* m⁻²; TM10- Monocultivo na densidade de 10 juvenis de *M. curema* m⁻². AC- Água clara, BF- Bioflocos, CV- Coeficiente de variação, SC- Sistema de cultivo, MC- Meios de cultivo.

A temperatura média da água, durante a manhã e tarde manteve-se acima de 27°C entre os diferentes tratamentos. Em cultivos com o camarão branco *L. vannamei*, as temperaturas entre 28 e 30°C, apresentam-se como as mais adequadas para um bom desempenho e crescimento da espécie, o consumo de alimento diminui com temperaturas entre 22 e 24°C (KUBTIZA, 2003). As espécies de peixes tropicais apresentam melhor crescimento em temperaturas de 26° a 30°C (KUBTIZA, 2003). E segundo Okamoto et al. (2006), as tainhas *M. platanus* apresentam melhor crescimento e conversão alimentar em temperaturas acima de 30°C. A temperatura da água diferiu ($p < 0,05$) entre os meios de cultivo durante a manhã e tarde, entretanto manteve-se em níveis aceitáveis para as espécies

cultivadas. Portanto, o desempenho tanto dos camarões como dos peixes, provavelmente não foram afetados pela temperatura.

O pH do período da manhã e tarde apresentaram valores similares, sempre acima de 8 Costa et al. (2013) verificaram uma variação de pH 8,46 e 8,70; entre os tratamentos de mono e policultivo de *L. vannamei* e *M. platanus*, não apresentando diferenças significativas. A faixa ideal do pH para cultivo de *L. vannamei* varia entre 8,1 e 9,0 (HERNANDEZ & NUNES, 2001) e entre 7,5 e 8,5 para maioria dos camarões marinhos (KUBTIZA, 2003). Valores de pH de 6,5 a 9,0 são mais adequados para peixes, o crescimento e a reprodução podem ser prejudicados quando esses valores apresentam-se acima ou a baixo dessa faixa de conforto (KUBITZA, 1998). Com relação ao pH nos períodos da manhã e tarde no meio de bioflocos foi superior, quando comparado ao meio de cultivo em água clara, no entanto o pH manteve-se na faixa ideal de 7 a 9 para formação do floco microbiano (FURTADO et al., 2013). Assim, o pH no presente estudo foi mantido dentro do nível adequado citado na literatura.

O oxigênio dissolvido na água apresentou uma variação média de 6,34 a 6,67 mg L⁻¹ nos turnos da manhã e tarde. Junior et al. (2012) relataram valores mínimos de oxigênio pela manhã (5,5 mg L⁻¹) e máximos no período da tarde (14,0 mg L⁻¹) em policultivo de tilápia com camarão em diferentes densidades de estocagens. Já Artiles et al. (2001a) cultivando a tainha (*M. liza*) com o *L. schmitti* observaram concentrações de oxigênio dissolvido variando de 5,1 a 5,6 mg L⁻¹. De acordo com Van Wyk & Scarpa (1999), as concentrações ideais de oxigênio dissolvido para *L. vannamei* podem ser iguais ou superiores a 5 mg L⁻¹. Em cultivos de camarões e peixes os níveis de oxigênio devem permanecer acima de 4mg L⁻¹, preferencialmente (KUBTIZA, 2003). A concentração elevada de oxigênio dissolvido nos períodos da manhã e a tarde em bioflocos foi resultado da intensa respiração dos microorganismos, animais e algas. O oxigênio dissolvido no presente estudo foi mantido dentro dos padrões considerados adequados.

A salinidade apresentou valores similares variando de 31,38 a 31,68 nos diferentes tratamentos. Segundo Vinatea (1997), a faixa ideal de salinidade para os cultivos de camarões varia entre 15 e 25. Para Boyd (1997) quando a aclimação é realizada de forma gradativa, os peixes e crustáceos podem aclimatar-se à salinidades muito mais altas ou baixas do que aquelas de sua faixa de tolerância. Fonseca Neto & Spach (1999) observaram sobrevivência de 100% de juvenis de *M. platanus*, submetidos à salinidade 30 após 96h de exposição. A tolerância à salinidade de *M. cephalus* e *Chelon labrosus* foi estudada por Hotos & Vlahos (1998) que verificaram que tainhas transferidas de salinidade 20 para salinidades 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 e 80 a mortalidade aumenta, a partir da salinidade 45 para ambas as espécies. A salinidade foi inferior no meio de bioflocos provavelmente devido à adição de água doce de clorada durante o período experimental. A salinidade no presente estudo ficou acima da faixa ideal adequada para o cultivo de camarões marinhos e dentro da faixa tolerável para o cultivo de peixes.

A concentração de amônia na água manteve-se abaixo de 0,50 mg L⁻¹ em todos os tratamentos. Hernández & Nunes (2001) recomendam concentrações de amônia para camarões marinhos abaixo de 1 mg L⁻¹. Miranda-Filho et al. (1995) mostraram que a tainha *M. platanus* apresenta redução significativa do crescimento, com concentrações de amônia na água igual ou superiores a 4mg L⁻¹. As concentrações de amônia do presente estudo foram inferiores às encontradas pelos autores citados. Os níveis de amônia em meio ao bioflocos mantiveram-se abaixo de 0,41 mg L⁻¹. A amônia decresceu mediante a adição de melaço nos sistemas de cultivo, o que favoreceu a multiplicação dos microorganismos e assimilação dos compostos nitrogenados pelas bactérias heterotróficas. Os compostos nitrogenados em concentrações elevadas no ambiente de cultivo são aproveitados pelos microorganismos e transformados em

proteína microbiana, melhorando a qualidade de água e principalmente, servido de fonte alimentar para os camarões (POERSCH et al., 2012).

Quanto à concentração de nitrito os menores valores foram encontrados no tratamento TM10 (2,09 mg L⁻¹), que diferiu ($p > 0,05$) do TP50/5 e TP 50/10 (2,73 e 2,78 mg L⁻¹) e os maiores no tratamento TM50 (3,07 mg L⁻¹). Van Wyk & Scarpa (1999) sugerem níveis de segurança de nitrito para o camarão *L. vannamei* abaixo de 25,7 mg L⁻¹, pois concentrações acima dessa faixa podem reduzir o desempenho dos animais. De acordo com Miranda-Filho et al. (1995), concentrações de nitrito iguais ou superiores a 8mg L⁻¹, diminuem o crescimento das tainhas. Portanto, a concentração de nitrito na água esteve dentro dos limites recomendados para as duas espécies. As concentrações de nitrito foram muito elevadas no cultivo com bioflocos em relação à água clara. De acordo com Krummenauer et al. (2013), a estabilização da comunidade microbiana pode demorar até seis semanas, após o pico inicial de amônia, surge o nitrito que é um dos compostos nitrogenados mais tóxicos na aquicultura, geralmente sendo inevitável a mortalidades e reduções no crescimento dos animais, quando essas comunidades não estão completamente estáveis no sistema de cultivo. Azim & Little (2008) afirmam que bactérias nitrificantes podem ocorrer em sistemas superintensivos, e, além disso, podem torna-se dominantes em relação às bactérias heterotróficas.

As concentrações de nitrato foram superiores no tratamento TP50/10 (37,03 mg L⁻¹), não diferindo ($p < 0,05$) do TM50 (31,46 mg L⁻¹) e inferiores no tratamento TM10 (12,45 mg L⁻¹). Segundo Van Wyk & Scarpa (1999), a concentração de nitrato para o camarão *L. vannamei* deve manter-se abaixo de 60 mg L⁻¹. Poersch et al. (2007) observaram alta tolerância dos alevinos de *M. platanus* ao nitrato, apresentando CL₅₀ (96 h) de 152,2 mg L⁻¹. As concentrações de nitrato apresentaram-se elevadas no cultivo em bioflocos, no entanto esse composto não é tóxico para os organismos aquáticos. Assim, a concentração de nitrato também se apresentou adequada para as duas espécies estudadas.

O fosfato apresentou valores médios abaixo de 0,83 mg L⁻¹. A toxicidade do fosfato é praticamente nula em peixes e crustáceos. Anderson et al. (2002) afirmam que altas concentrações desse elemento devem ser evitadas devido à proliferação de cianobactérias no ambiente de cultivo. De acordo com Galvão et al. (2012), o aumento de cianobactérias podem reduzir as concentrações de oxigênio na água e ocasionar a morte dos animais. As concentrações de fosfato foram estatisticamente inferiores no cultivo em bioflocos. Luo et al. (2014) afirmam que baixos níveis de fósforo em sistema com tecnologia de bioflocos devem-se à formação dos flocos microbianos, que assimilam o fósforo não absorvido pelos peixes e camarões. No presente estudo, os baixos níveis de fosfato não interferiram no desempenho dos peixes e camarões.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) do volume do floco (cone Inhoff) e da concentração dos sólidos suspensos totais para os diferentes sistemas de cultivo em bioflocos (Tabela 3).

Tabela 3. Volume e concentração dos flocos microbianos nos diferentes sistemas de cultivo em meio ao bioflocos.

Parâmetros	Tratamentos				CV%
	TM50	TP50/5	TP50/10	TM10	
Cone Inhoff (mL L ⁻¹)	7,11 ^b	17,74 ^a	9,70 ^{ab}	6,42 ^b	46,08
SST (mg L ⁻¹)	149,16 ^a	143,79 ^{ab}	186,10 ^a	98,69 ^b	17,75

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($P < 0,05$). TM50- Monocultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻²; TP50/5- Policultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻² e 5 juvenis de *M. curema* m⁻²; TP50/10- Policultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻² e 10 juvenis de *M. curema* m⁻²; TM10- Monocultivo na densidade de 10 juvenis de *M. curema* m⁻². SST- sólidos suspensos totais, CV- Coeficiente de variação.

O volume do floco sedimentável foi maior no tratamento TP50/5, não diferindo ($p > 0,05$) do tratamento TP50/10. O menor volume do floco foi registrado no tratamento TM10, que não diferiu ($p > 0,05$) dos tratamentos TM50 e TP50/10. Os sólidos suspensos totais (SST) foram superiores no tratamento TP50/10, no entanto não diferiram dos tratamentos TP50/5 e TM50. A menor concentração de sólidos suspensos totais foi verificada no tratamento TM10, entretanto não diferiu ($p > 0,05$) dos tratamentos TP50/5.

O maior volume de floco sedimentável e concentração de SST nos tratamentos de policultivo podem ser devido à maior presença de restos alimentares, ecdises e excreção proveniente dos peixes e camarões, no entanto o monocultivo de camarão também apresentou alta concentração de SST. Além disso, a maior entrada de fonte de carbono via sistema de cultivo, pois no policultivo havia uma maior excreção de compostos nitrogenados pelos animais, havendo maior necessidade de melaço para promover o crescimento das bactérias heterotróficas e assim reduzir os níveis de amônia.

Luo et al. (2014) afirmam que em sistemas de tecnologia com bioflocos, as concentrações de sólidos apresentaram-se superiores a 500 mg L⁻¹ e que os sólidos em excesso podem entupir as brânquias dos peixes ou camarão, afetando seu crescimento e bem-estar. O controle dos SST depende do equilíbrio de produção do material floculado e principalmente da capacidade de absorção desses sólidos pelos animais (GAONA et al., 2012). Portanto, o controle e a remoção dos SST são de extrema importância para manutenção da qualidade de água, melhora do desempenho zootécnico dos animais, e redução do consumo de oxigênio pela comunidade bacteriana (GAONA et al., 2012). As concentrações de SST mantiveram abaixo do limite máximo de 400 mg L⁻¹, recomendado por Avnimelech (2009) para peixes cultivados em bioflocos. Samocha et al. (2007) sugerem níveis abaixo de 10 mL L⁻¹ para sólidos sedimentáveis e abaixo de 500 mg L⁻¹ para os SST nos cultivos de camarões com bioflocos. Já Avnimelech (2011) recomenda que o volume do floco mantenha-se entre 5 - 50 mL L⁻¹. Portanto, no presente estudo o volume do floco manteve-se dentro dos limites aceitáveis para as duas espécies cultivadas.

A composição centesimal do bioflocos para os diferentes sistemas de cultivos em meio ao bioflocos, não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4. Composição centesimal do bioflocos nos diferentes sistemas de cultivo em meio ao bioflocos.

Composição centesimal %	Sistemas de cultivo				CV %
	TM50	TP50/5	TP50/10	TM10	
Proteína Bruta	26,03 ^a	23,19 ^a	24,88 ^a	26,70 ^a	9,79
Lipídio	0,92 ^a	0,88 ^a	0,74 ^a	0,80 ^a	53,78
Cinza	45,65 ^a	47,51 ^a	45,52 ^a	46,45 ^a	5,83
Umidade	4,69 ^a	4,63 ^a	4,66 ^a	4,69 ^a	2,43

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($P < 0,05$). TM50- Monocultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻²; TP50/5- Policultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻² e 5 juvenis de *M. curema* m⁻²; TP50/10- Policultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻² e 10 juvenis de *M. curema* m⁻²; TM10- Monocultivo na densidade de 10 juvenis de *M. curema* m⁻². CV- Coeficiente de variação.

A composição centesimal do bioflocos apresentou variação entre os diferentes tratamentos em meio ao bioflocos, os maiores níveis de proteína bruta foram encontrados no tratamento TM10 (26,70%), o lipídio foi superior no tratamento TM50 (0,92) e a umidade apresentou-se superior nos tratamentos TM50 e TM10 (4,69%). Os níveis de cinza foram superiores no tratamento TP50/5 (47,51%).

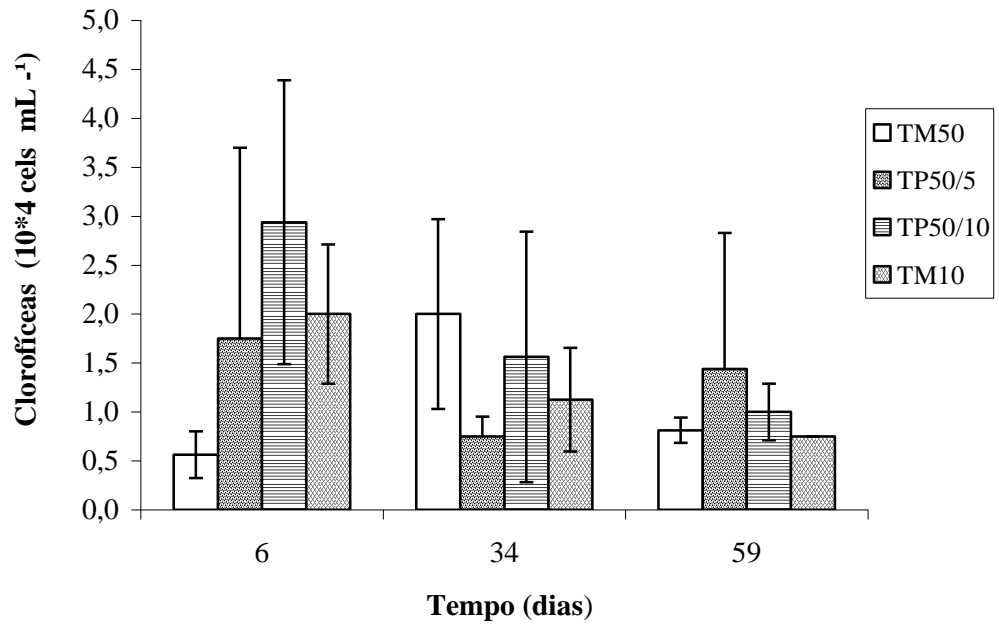
Os menores níveis de proteína bruta e umidade foram verificados no tratamento TP50/5 (23,19 e 4,63%, respectivamente). O lipídio e as cinzas apresentaram-se inferiores no tratamento TP50/10 (0,74 e 45,52%, respectivamente). Os níveis de proteína bruta dos bioflocos estiveram próximos aos citados por Ju et al. (2008) que obtiveram uma variação na composição protéica do floco de 26 a 41,9%, no entanto Ballester et al. (2010); Emerenciano et al. (2007, 2012) e Luo et al. (2014) mencionaram níveis acima de 30% PB, superiores ao do presente estudo. No geral, os teores de cinza do presente estudo foram altos e superiores aos encontrados por Emerenciano et al. (2007, 2012); Ju et al. (2008) e Ballester et al. (2010), entretanto Wasielesky et al. (2006b) encontraram teores de cinza próxima ao do presente estudo, afirmando que os níveis elevados desse nutriente foram provenientes das fezes dos camarões. Os teores de lipídio no presente estudo foram superiores aos relatados por Emerenciano et al. (2007, 2012); Ballester et al. (2010) e inferiores aos encontrados por Ju et al. (2008) e Luo et al. (2014).

Avnimelech (2007) mencionou que a composição bromatológica do bioflocos depende da fonte de carbono introduzida no meio de cultivo, da biota microbiana, ração, animais e outros fatores relacionados à sua formação. Portanto, a qualidade do floco microbiano é influenciada pela fonte de carbono, sendo sua escolha de grande importância em sistemas de cultivo sem renovação de água (CRAB et al., 2010). Galindo et al. (1992) recomendaram dietas com 25 - 35% PB e 6 - 8% de lipídio para o camarão *L. schmitti*, portanto o teor de proteína dos bioflocos esteve dentro dos níveis de exigência nutricional dessa espécie, o mesmo não ocorrendo para o lipídio. Os níveis de proteína bruta do floco ficaram abaixo dos 34 e 40% PB recomendados por Ito & Barbosa (1997) e Carvalho et al. (2010), para dietas de juvenis de *M. platanus*. No entanto, os níveis de PB dos flocos microbianos podem chegar acima de 50% (AZIM & LITTLE, 2008), comprovando seu valor nutricional e a possibilidade de reduzir os níveis de proteína bruta da ração e conseqüentemente os custos com alimentação.

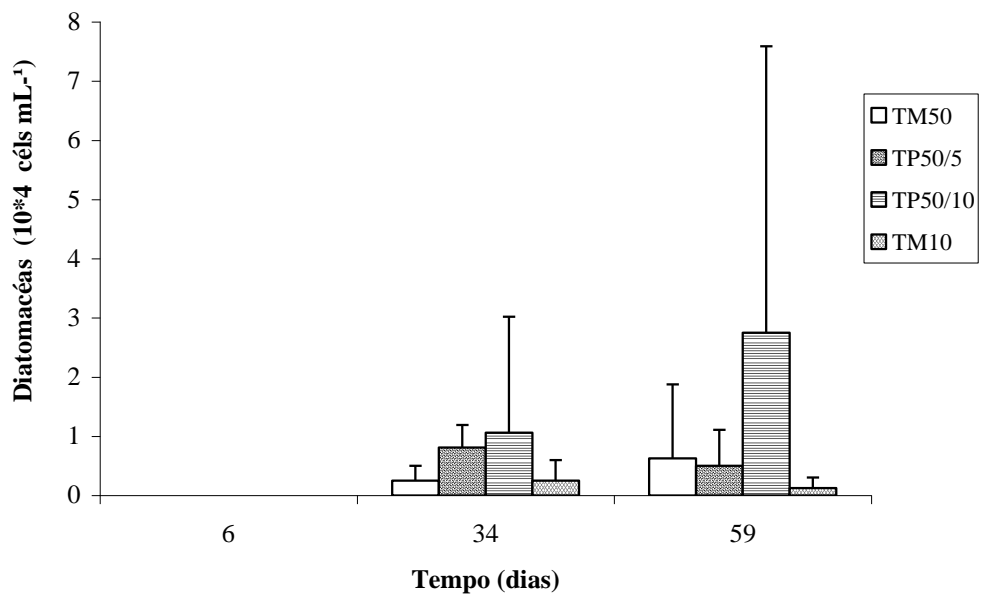
Os protistas autotróficos presentes nos bioflocos foram representados por microalgas das classes das clorofíceas (*Tetrasselmis chuii* e *Chlorella* sp.), diatomáceas (*Denticula* sp. *Navicula* sp. e *Nitzschia* sp.) e a cianobactérias (*Anabaena* sp., *Lyngbya* sp. e *Oscillatoria*

sp.), os organismos heterotróficos foram representados principalmente, por protozoários ciliados (*Euplotes* sp., *Vorticella* sp.), nematódeos (*Testudinella* sp.) e (Figura 6A, B, C, D, E, F).

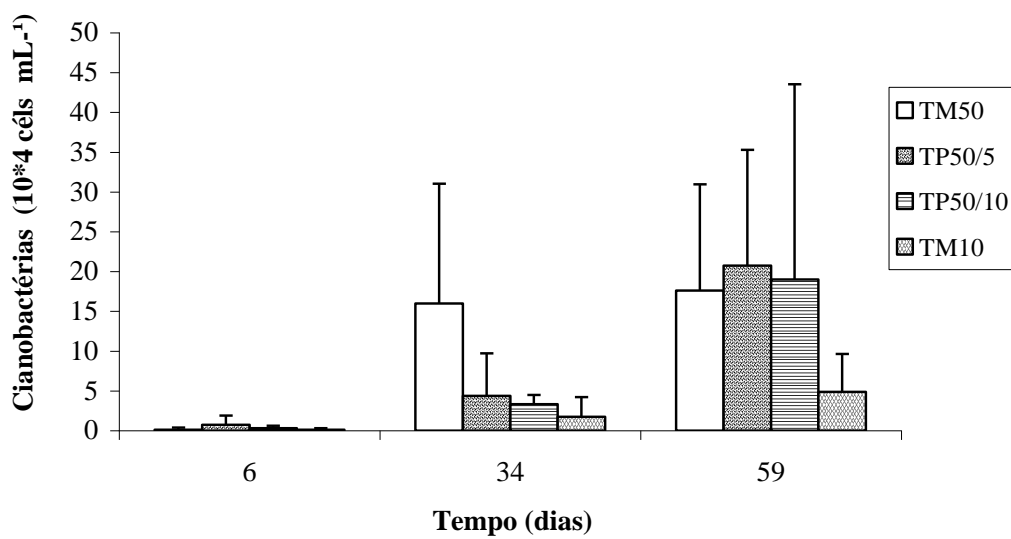
A



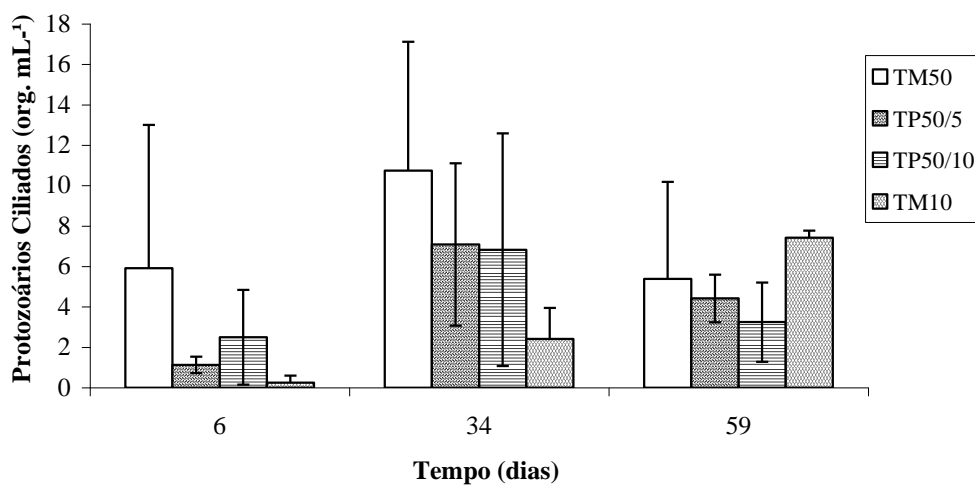
B



C



D



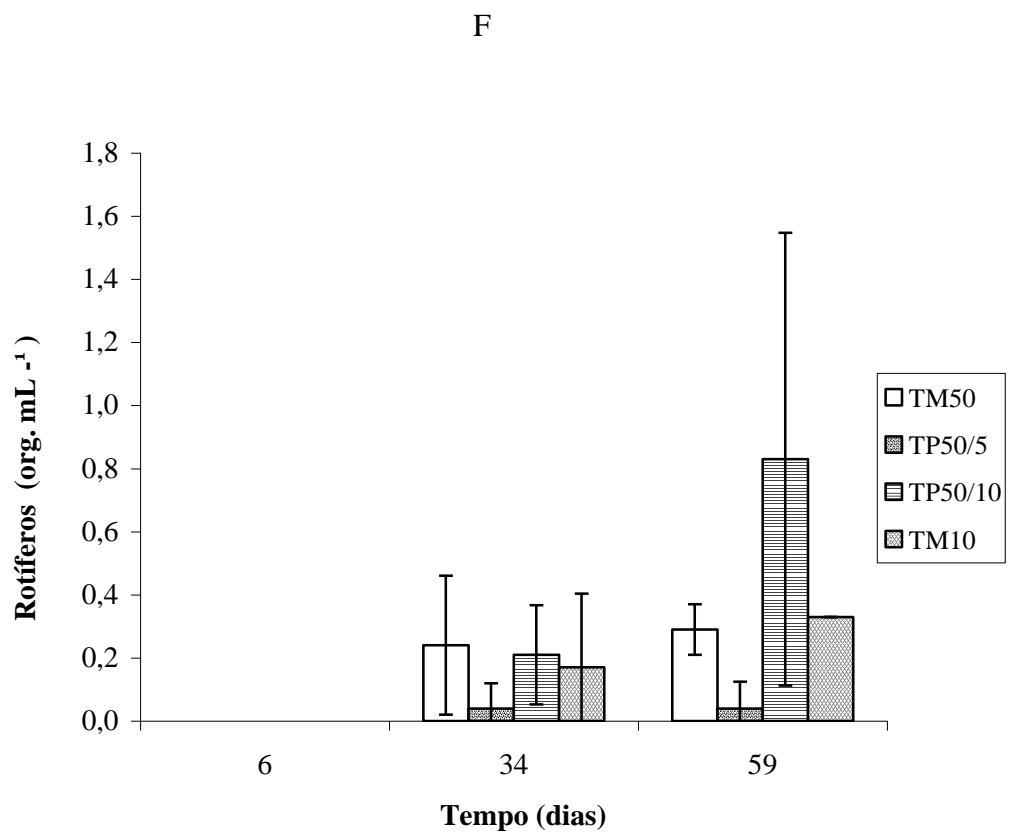
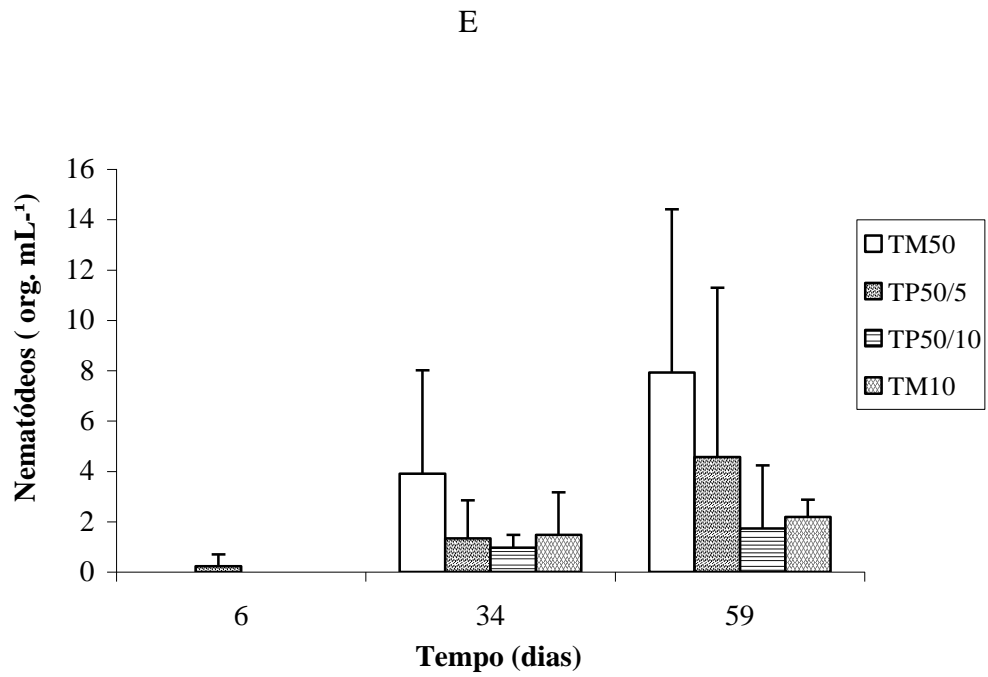


Figura 6. Abundância de Clorófitas (A), Diatomáceas (B), Cianobactérias (C), Protozoários Ciliados (D), Nematódeos (E) e Rotíferos (F) presentes nos bioflocos dos diferentes sistemas de cultivo.

A abundância de clorofíceas no início do estudo foi maior no tratamento TP50/10 ($2,94 \pm 1,45 \times 10^4$ céls mL⁻¹), seguida dos tratamentos TM10 ($2 \pm 0,71 \times 10^4$ céls mL⁻¹), TP50/5 ($1,75 \pm 1,95 \times 10^4$ céls mL⁻¹) e TM50 ($0,56 \pm 0,24 \times 10^4$ céls mL⁻¹). Aos 34 dias de estudo, a maior densidade de clorofíceas foi observada no tratamento TM50 ($2 \pm 0,97 \times 10^4$ céls mL⁻¹), enquanto os tratamentos TP50/10 ($1,56 \pm 1,28 \times 10^4$ céls mL⁻¹), TM10 ($1,13 \pm 0,53 \times 10^4$ céls mL⁻¹) e TP50/5 ($0,75 \pm 0,20 \times 10^4$ céls mL⁻¹), foram similares entre si. No final do estudo a maior concentração foi registrada no tratamento TP50/5 ($1,44 \pm 1,39 \times 10^4$ céls mL⁻¹) e os tratamentos TP50/10 ($1 \pm 0,29 \times 10^4$ céls mL⁻¹), TM50 ($0,81 \pm 0,13 \times 10^4$ céls mL⁻¹), TM10 ($0,75 \pm 0 \times 10^4$ céls mL⁻¹) foram similares entre si (Figura 6A).

No decorrer do estudo observou-se a redução de clorofíceas entre os diferentes sistemas de mono e policultivo, o que pode ser resultado da diminuição de luz na coluna d'água. Além disso, o aumento da concentração de SST nos tanques aumentou a turbidez, dificultando a penetração da luz na água e prejudicando a fotossíntese dos organismos autotróficos (VINATEA et al., 2010). Entretanto, as clorofíceas apresentam menor contribuição nutricional em cultivo de camarões, devido não serem assimiladas pelo zooplâncton e animais cultivados (BOYD, 1989). Brown et al. (1997) relatam ainda, que as clorofíceas são deficientes em ácido graxos essenciais (20: 5 n-3 e 22: 6 n-3), importantes alimentos para a nutrição animal.

A presença de diatomáceas nos bioflocos só foi observada aos 34 dias de estudo, podendo-se observar maior abundância no tratamento TP50/10 ($1,06 \pm 1,96 \times 10^4$ céls mL⁻¹), seguida pelos tratamentos TP50/5 ($0,81 \pm 0,38 \times 10^4$ céls mL⁻¹), TM10 ($0,25 \pm 0,35 \times 10^4$ céls mL⁻¹) e TM50 ($0,25 \pm 0,25 \times 10^4$ céls mL⁻¹). Ao final de 59 dias do experimento, o tratamento TP50/10 ($2,75 \pm 4,84 \times 10^4$ céls mL⁻¹) apresentou a maior concentração de diatomáceas, os tratamentos TM50 ($0,63 \pm 1,25 \times 10^4$ céls mL⁻¹), TP50/5 ($0,50 \pm 0,61 \times 10^4$ céls mL⁻¹) e TM10 ($0,13 \pm 0,18 \times 10^4$ céls mL⁻¹) foram semelhantes entre si (Figura 6B). As diatomáceas aumentaram sua concentração durante o estudo, com variações nos diferentes sistemas de mono e policultivo. Apesar das diatomáceas apresentarem aumento da densidade no decorrer do estudo, a concentração dessa microalga apresentou-se baixa entre os diferentes sistemas de cultivo. Godoy (2008) afirma que existe dificuldade em se manter uma presença contínua dessa alga em meio aos flocos microbianos, devido aos sólidos em suspensão reduzirem a entrada de luz e a ocorrência da competição por nutrientes com a comunidade microbiana. Além disso, os baixos níveis de fósforo encontrados no presente estudo podem ter sido responsáveis pela menor abundância dessa microalga. Burford et al. (2003) também reportaram baixas concentrações de diatomáceas com dominância de cianobactérias em viveiros de troca zero.

Com relação à abundância de cianobactérias aderidas nos bioflocos, no início do estudo a maior concentração foi registrada no tratamento TP50/5 ($0,75 \pm 1,13 \times 10^4$ céls mL⁻¹), os tratamentos TP50/10 ($0,31 \pm 0,31 \times 10^4$ céls mL⁻¹), TM10 ($0,13 \pm 0,25 \times 10^4$ céls mL⁻¹) e TM50 ($0,13 \pm 0,18 \times 10^4$ céls mL⁻¹) foram similares entre si. Aos 34 dias, o tratamento TM50 ($15,97 \pm 15,08 \times 10^4$ céls mL⁻¹) apresentou maior densidade de cianobactérias em relação aos demais TP50/5 ($4,38 \pm 5,32 \times 10^4$ céls mL⁻¹), TP50/10 ($3,31 \pm 1,18 \times 10^4$ céls mL⁻¹) e TM10 ($1,75 \pm 2,47 \times 10^4$ céls mL⁻¹). No final do experimento, a concentração de cianobactérias mostrou-se mais elevada que as amostras do 6º e 34º dia, sendo a maior abundância registrada no tratamento TP50/5 ($20,75 \pm 14,56 \times 10^4$ céls mL⁻¹), seguida pelos tratamentos TP50/10 ($19 \pm 24,52 \times 10^4$ céls mL⁻¹), TM50 ($17,63 \pm 13,35 \times 10^4$ céls mL⁻¹) e TM10 ($4,88 \pm 4,77 \times 10^4$ céls mL⁻¹) (Figura 6C). A densidade de cianobactérias aumentou no decorrer do estudo, variando entre os diferentes sistemas de mono e policultivo e estiveram presentes em grande quantidade, dominando o ambiente de cultivo. Dependendo das espécies presentes, as cianobactérias podem causar a mortalidade dos camarões e peixes, impedindo a troca gasosa pelas brânquias, ou liberar toxinas e modificar o sabor dos organismos cultivados (Galvão et

al., 2012). Já Schrader et al. (2011) encontraram menor concentração de cianobactérias, enquanto as clorofíceas e diatomáceas foram dominantes no cultivo de bagre (*Ictalurus punctatus*) em tecnologia de bioflocos. Apesar da presença da cianobactéria não ser desejável, ela é comum em ambiente heterotrófico, participando da formação dos bioflocos (JU et al., 2008; BALLESTER et al., 2010). Schrader et al. (2011) e Ballester et al. (2010) observaram que cianobactérias filamentosas compõem a estrutura dos flocos microbianos. No nosso estudo, a alta concentração de cianobactérias, parece não ter prejudicado o desempenho dos camarões e peixes, visto que a sobrevivência desses animais em sistema de bioflocos foi acima de 70 e 80%, respectivamente.

A concentração de protozoários no início do estudo foi maior no tratamento TM50 ($5,92 \pm 7,08$ org. mL⁻¹) nos tratamentos TP50/10 ($2,50 \pm 2,34$ org. mL⁻¹), TP50/5 ($1,13 \pm 0,41$ org. mL⁻¹) e TM50 ($0,25 \pm 0,35$ org. mL⁻¹), variaram entre si. Aos 34 dias a maior abundância foi verificada no tratamento TM50 ($10,75 \pm 6,37$ org. mL⁻¹) e nos tratamentos TP50/5 ($7,09 \pm 4,02$ org. mL⁻¹), TP50/10 ($6,83 \pm 5,76$ org. mL⁻¹), TM10 ($2,42 \pm 1,53$ org. mL⁻¹) variaram entre si. No final do estudo, o tratamento TM10 ($7,42 \pm 0,35$ org. mL⁻¹) apresentou a maior abundância de protozoários, seguidos pelos tratamentos TM50 ($5,38 \pm 4,80$ org. mL⁻¹), TP50/5 ($4,42 \pm 1,18$ org. mL⁻¹) e TP50/10 ($3,25 \pm 1,96$ org. mL⁻¹). No presente estudo, os protozoários ciliados aumentaram sua densidade durante o período experimental, com variações nos diferentes sistemas de cultivo. Decamp et al. (2002) estudando a sucessão de protozoários ciliados em tanques com renovação zero de água mostraram que o número de protozoários ciliados variou com o tempo e chegou a alcançar o número de 6.000 células mL⁻¹ de água, embora esse padrão não tenha ocorrido nesse estudo.

Quanto à presença de nematódeos foi observada no início do estudo somente no tratamento TP50/5 ($0,23 \pm 0,47$ org. mL⁻¹). Aos 34 dias a concentração de nematódeos foi observada em todos os tratamentos, com maior abundância no tratamento TM50 ($3,9 \pm 4,11$ org. mL⁻¹), seguida dos tratamentos TM10 ($1,47 \pm 1,7$ org. mL⁻¹), TP50/5 ($1,34 \pm 1,51$ org. mL⁻¹), TP50/10 ($0,97 \pm 0,51$ org. mL⁻¹). Ao final do experimento, o tratamento TM50 ($7,93 \pm 6,48$ org. mL⁻¹) apresentou maior concentração de nematódeos, seguido pelos tratamentos TP50/5 ($4,57 \pm 6,72$ org. mL⁻¹), TM10 ($2,19 \pm 0,69$ org. mL⁻¹) e TP50/10 ($1,73 \pm 2,51$ org. mL⁻¹) (Figura 6E). A abundância de nematódeos aumentou durante o período experimental, com variações nos diferentes sistemas de cultivo. Ballester et al. (2010) verificaram que nematódeos aparecem próximo ao trigésimo dia de cultivo em sistemas heterotróficos, podendo alcançar densidades de 5×10^3 nematódeos L⁻¹. No presente estudo, a maior abundância de nematódeos ocorreu a partir do trigésimo quarto dia, próximo ao citado por esses mesmos autores. Silva et al. (2008) encontraram uma abundância de aproximadamente $1,4 \times 10^7$ nematódeos m⁻² de biofilme, estando muito acima das concentrações encontradas no presente estudo. Os rotíferos foram observados a partir dos 34 dias de estudos, com maior abundância no tratamento TM50 ($0,24 \pm 0,22$ org. mL⁻¹), seguido pelos tratamentos TP50/10 ($0,21 \pm 0,16$ org. mL⁻¹) TM10 ($0,17 \pm 0,23$ org. mL⁻¹) e TP50/5 ($0,04 \pm 0,08$ org. mL⁻¹). Ao final do estudo, a maior abundância de rotíferos foi encontrada no tratamento TP50/10 ($0,83 \pm 0,72$ org. mL⁻¹), os tratamentos TM10 ($0,33 \pm 0$ org. mL⁻¹), TM50 ($0,29 \pm 0,08$ org. mL⁻¹), TP50/5 ($0,04 \pm 0,09$ org. mL⁻¹) foram similares entre si (Figura 6F). A abundância de rotíferos aumentou com o tempo no decorrer do estudo, variando entre os diferentes sistemas de cultivos. Loureiro (2012) também verificou que a abundância de rotíferos ocorreu na fase final de cultivo em meios heterotróficos, com concentrações variando de $0,3$ a $1,5 \times 10^5$ org. mL⁻¹. Decamp et al. (2007) observaram uma abundância de 200 ind. mL⁻¹, resultados superiores aos encontradas no presente estudo. Os rotíferos são amplamente utilizados como alimento vivo na aquicultura, especialmente nos primeiros estágios de vida de peixes e crustáceos, devido ao seu tamanho reduzido e conteúdo protéico (RIBEIRO, 2001). No

presente estudo, os rotíferos apresentaram-se pouco abundantes nos diferentes sistemas de cultivo, provavelmente por serem os últimos organismos a aparecerem na sucessão ecológica.

As espécies que compõem a comunidade microbiana influenciam diretamente a composição bioquímica do biofoco, seu valor nutricional e possivelmente a sua palatabilidade (LOUREIRO, 2012), por isso é tão importante avaliar a constituição química e a abundância dos microorganismos presente no foco microbiano.

No presente estudo, o tratamento TM10 (monocultivo de 10 *M. curema* m⁻²) obteve os maiores níveis de proteína bruta, provavelmente os protozoários ciliados, juntamente com nematódeos e diatomáceas foram os principais responsáveis para o maior teor de proteína nos biofocos desse tratamento. As diatomáceas são consideradas algas benéficas porque são fonte de alimentos e nutrientes para a maioria dos animais aquáticos (BURFORD, 1997). O'Brien (1994) afirmou que as diatomáceas assim como ciliados e flagelados são ricos em ácidos graxos altamente insaturados (HUFAs), além disso, a proteína bruta pode representar entre 20 e 40% do seu peso seco (MARÍNEZ-FERNÁNDEZ et al., 2006). Silva et al. (2008) observaram que as diatomáceas e nematódeos foram responsáveis pela maior parte da proteína e lipídios presente no biofilme, enquanto as cianobactérias filamentosas estão relacionadas com a quantidade de lipídios. Já o tratamento TM50 (monocultivo de 50 *L. schmitti* m⁻²) apresentou os maiores níveis de lipídios, possivelmente as cianobactérias filamentosas foram as principais contribuintes para o teor de lipídio nos focos desse tratamento, além dos nematódeos e protozoários ciliados. ZhuKova & Kharlamenko (1999) reportaram que ciliados e protozoários flagelados possuem proteína superior em relação à energia e que são capazes de sintetizar os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa, alimentando-se de bactérias, enriquecendo a qualidade nutricional dos agregados microbianos. Schlechtriem et al. (2004) afirmaram que o nematódeo (*Panagrellus redivivus*) pode conter mais de 50% de proteína em sua biomassa, além disso, verificaram que esses organismos podem ser utilizados como alimento vivo para larvas de peixes e crustáceos, representando uma alternativa para substituição da *Artemia* nas larviculturas desses animais.

Variações na composição das espécies, que compõe o biofocos foram observadas durante o período experimental, e pode estar relacionada a fatores ambientais, tais como: nutrientes, pH, temperatura e oxigênio dissolvido. A predação exercida pelos organismos e animais também podem ter contribuído para essa variação.

O camarão *L. vannamei* é conhecido por ingerir uma grande variedade de matéria orgânica e detritos (DECAMP et al., 2007), assim como a tainha *M. platanus*, que alimentam-se de cianobactérias, algas, metazoários, protozoários e detritos (OLIVEIRA & SOARES, 1996). A sucessão ecológica foi responsável pela variação de organismos nos biofocos, já que, as bactérias e microalgas foram ingeridas pelos protozoários e nematódeos e os protozoários são fonte de alimento para organismos metazoários, como nematódeos, rotíferos (DECAMP et al., 2007), peixes e camarões.

4.2 Desempenho Zootécnico

Os resultados do desempenho zootécnico dos camarões, como peso final (PF), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), sobrevivência (SOB), conversão alimentar aparente (CAA) e produtividade (PROD) encontram-se na Tabela 5.

Com relação às variáveis de desempenho dos camarões, apresentaram diferenças significativas entre os sistemas de cultivo para PF, TCE, CA, PROD ($p < 0,05$). As variáveis PF, GP, TCE, SOB, CAA, PROD, diferiram com relação aos meios de cultivo ($p < 0,05$).

Não houve interação entre os fatores sistemas e meios de cultivo com relação às variáveis PF, GP, TCE, SOB e PROD, CAA ($p > 0,05$).

Tabela 5. Índices zootécnicos dos juvenis de *L. schmitti* cultivados em monocultivo e policultivo em meios de água clara e bioflocos.

Índices	Sistemas de cultivo			Meios de cultivo		CV%	Valor P ² SCxMC
	TM50	TP50/5	TP50/10	AC	BF		
Peso final (g) (PF)	1,29 ^a	1,22 ^b	1,23 ^b	1,18 ^b	1,30 ^a	6,66	0,67
Ganho de peso (g) (GP)	1,09 ^a	1,08 ^a	1,08 ^a	1,01 ^b	1,45 ^a	12,10	0,09
Taxa de crescimento específico (% dia ⁻¹) (TCE)	3,16 ^a	2,33 ^b	2,34 ^b	1,72 ^b	3,38 ^a	21,06	0,74
Sobrevivência (%) (SOB)	74,29 ^a	63,57 ^b	66,43 ^{ab}	58,0 ^b	76,19 ^a	11,73	0,32
Conversão alimentar aparente (CAA)	1,33 ^b	2,34 ^a	2,30 ^a	2,55 ^a	1,53 ^b	23,96	0,06
Produtividade (Kg ha ⁻¹) (PROD)	987,03 ^a	693,55 ^b	721,34 ^b	556 ^b	1070,0 ^a	2,70	0,28

Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan. TM50- Monocultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻²; TP50/5- Policultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻² e 5 juvenis de *M. curema* m⁻²; TP50/10- Policultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻² e 10 juvenis de *M. curema* m⁻². AC- Água clara, BF- Bioflocos, CV- Coeficiente de variação, SC- Sistema de cultivo, MC- Meios de cultivo.

O desempenho zootécnico foi superior para o camarão *L. schmitti* cultivado em monocultivo TM50 ($p < 0,05$).

O peso final dos camarões no tratamento TM50 apresentou melhor resultado com valor médio de 1,29g e inferior no tratamento TP50/5 (1,22g), que não diferiu ($p > 0,05$) do TP50/10. Resultados semelhantes foram encontrados por Maia et al. (2012), com valor médio de 1,18g para pós-larvas (PL₁₀) de *L. vannamei* cultivadas em sistema intensivo durante 42 dias, no entanto quando cultivadas em viveiros de engorda as pós-larvas (PL₁₀) apresentaram peso médio final de 13,3g durante 113 dias de cultivo. Já Rineu Rodrigues et al. (2012) cultivaram o camarão *L. vannamei* em gaiolas de 0,26m² nas densidades de 50, 100, 200 camarões m⁻² e obtiveram um ganho de peso médio final de 2,57; 1,95; 1,84 g, respectivamente e não encontram diferenças significativas entre os diferentes tratamentos. E Azevedo et al. (2013) avaliaram o efeito dos níveis de PB na ração (30 e 35%) e a adição de melação no desempenho do *L. vannamei* nas diferentes proporções (0, 25, 50, 75, 100%) em sistema sem renovação de água e obtiveram peso final variando de 3,49 a 3,72g (30% PB) e 3,60 a 4,02 (35% PB).

O policultivo afetou negativamente o peso final dos camarões no presente estudo, provavelmente pela competição por alimento e pela presença dos peixes, pois foi observado durante o experimento, que os camarões nadavam próximos à parede dos tanques, o que comprova o estresse causado pelos paratis.

No presente estudo o ganho de peso foi similar entre os tratamentos, sendo de 1,08g nos tratamentos TP50/5 e TP50/10 e de 1,09 g no tratamento TM50. A introdução de paratis em policultivo nas densidades de 5 e 10 m² não interferiu no ganho de peso dos camarões. No entanto, Costa et al. (2013) estudando o camarão *Litopenaeus vannamei* em mono e policultivo com a tainha (*Mugil platanus*) obtiveram resultados superiores ao do presente estudo, variando de 15,59 e 12,65g nas densidades de 10 pós-larvas m⁻². Já Maia (2006) encontrou resultados próximos aos relatados por Costa et al. (2013), em mono e policultivo com a tilápia (*O. niloticus*) apresentando ganhos de peso de 10,03; 16,3; 9,73g nas densidades de 25; 4,5; 8,5 camarões m⁻², respectivamente. A superioridade do ganho de peso pode estar relacionada às menores densidades de estocagens utilizadas por esses autores, reduzindo os encontros e consequentemente a competição entre os animais, além disso, ao maior

aproveitamento das fezes dos peixes e restos de ração depositados no fundo dos viveiros (YI et al., 2004). Entretanto, o presente estudo não apresentou diferenças ($p > 0,05$) entre os diferentes tratamentos, apresentando o desempenho bem inferior aos citados pela literatura.

Com relação à taxa de crescimento específico no tratamento TM50 observou-se uma taxa de crescimento superior de 3,16% dia^{-1} ($p < 0,05$), quando comparada aos tratamentos de policultivo TP50/5 (2,33% dia^{-1}) e TP50/10 (2,34% dia^{-1}), no qual os camarões apresentaram resultados inferiores de crescimento. Esses resultados diferem daqueles encontrados por Costa et al. (2013), no qual o crescimento do camarão *L. vannamei* foi superior no policultivo com a tainha *M. platanus*. Hernandez-Barraza et al. (2012) também observaram maior crescimento do camarão *L. vannamei* em policultivo com a tilápia *O. niloticus*. Entretanto, Krummenauer et al. (2012) avaliaram o efeito de diferentes porcentagens (2,5%; 10%; 100%) de reutilização da água para produção de camarões marinhos em sistema de bioflocos em densidade de 625 indivíduos m^{-3} e obtiveram crescimentos similares ao presente estudo, variando de 2,09 a 2,89% dia^{-1} .

O presente estudo demonstrou claramente, que a presença do parati nos tanques de cultivos interfere no crescimento dos camarões. Deus (2007) estudando a tainha *Mugil curema* verificou a presença de organismos bentônicos no conteúdo estomacal dessa espécie, que coincide com o hábito alimentar do camarão. E de acordo com Tian et al. (2001), os camarões peneídeos alimentam-se de bentos e alimento artificial, caracterizando, que as espécies são de fundo e competem pelo mesmo alimento. Preto et al. (2005) afirmaram que altas densidades de estocagens diminuem o crescimento dos camarões, devido principalmente à competição por alimento, espaço e canibalismo. No presente estudo, provavelmente o aumento da densidade, para as espécies em policultivo, ocasionou maior disputa por alimento e espaço no ambiente de cultivo, prejudicando o desempenho dos camarões e beneficiando os paratis.

A taxa de sobrevivência foi superior no tratamento TM50 (74,29%), enquanto no tratamento TP50/10 foi observada uma sobrevivência inferior (63,57%). Artiles et al. (2001a) avaliaram o policultivo da tainha *M. liza* com o camarão *L. schmitti* em tanques de terra com 1,7 e 0,05 ha, onde somente os camarões foram alimentados com ração de 28% PB, e verificaram sobrevivências inferiores em relação ao presente estudo, de 53,3% (1,7ha); 63 e 57% (0,05ha) nas densidades de 13 e 8 juvenis de *L. schmitti* m^{-2} , respectivamente. Resultados similares de sobrevivência foram encontrados por Costa et al. (2013) para o policultivo com *M. platanus* 65%, e superiores a 91,5% para o monocultivo de *L. vannamei*. Muangkeow et al. (2007) estudando o crescimento do *L. vannamei* no mono e policultivo com a tilápia *O. niloticus* em sistemas de recirculação encontraram taxas de sobrevivência variando de 84,7 a 90,8%, porém não verificaram diferenças significativas entre os diferentes tratamentos. O desempenho do *L. vannamei* em cultivo intensivo, em viveiros com sistema de bioflocos foi avaliado por Froés et al. (2012) que não encontraram diferenças significativas na sobrevivência dos camarões 96,27 e 94,20%, com e sem fertilização orgânica, respectivamente. Emerenciano et al. (2007) também não encontraram diferenças significativas para a sobrevivência do *F. paulensis* na fase de berçário, quando cultivados na presença do floco microbiano com fornecimento de ração (93,77%), presença do floco sem fornecimento de ração (82,20%) e cultivo em água clara com o fornecimento de ração (93,23%). A sobrevivência dos camarões no presente trabalho reduziu significativamente no policultivo, demonstrando que a presença dos paratis contribuiu para a mortalidade dos camarões.

Quanto à conversão alimentar aparente, o tratamento TM50 apresentou uma melhor eficiência (1,33) e pior no tratamento TP50/5 (2,34). Esse resultado difere daqueles encontrados por Costa et al. (2013), onde a conversão alimentar do camarão *L. vannamei* foi de 0,88 e 1,18 em sistema de mono e policultivo com tainha (*M. platanus*), respectivamente, durante 79 dias de estudo, no qual receberam uma ração peletizada de 38% PB. Artiles et al.

(2001a) reportaram valores próximos ao do presente estudo, variando de 2,18 a 2,25 para o camarão *L. schmitti* em policultivo com a tainha *M. liza*, em tanques de terras de 1,7 e 0,05 ha. Já Hernandez-Barraza et al. (2012) não encontraram diferenças significativas para esta variável, quando os camarões *L. vannamei* foram policultivados com tilápia do Nilo *O. niloticus*, nas proporções (camarão: tilápia) de 20:8, 20:4, 20:2 e obtiveram as conversões alimentares respectivas de (1,26; 1,26 e 1,25), no entanto o monocultivo de camarão diferiu do policultivo, numa relação de 20:0 e conversão alimentar de 1,35.

No presente estudo as duas espécies foram alimentadas com ração peletizada de 35% PB, o que explica os menores valores de conversão alimentar no policultivo. Simão et al. (2013) encontraram resultados de conversão alimentar superiores ao do presente estudo de 1,82; 2,36; 2,49 em monocultivo com 10 camarões m⁻² e policultivo com 10 camarões e 0,5; 10 tilápias m⁻², respectivamente, no entanto somente os camarões receberam ração peletizada com 30% PB. Froés et al. (2012) relataram resultados inferiores ao do presente estudo de 1,01 e 1,22 em cultivo intensivo de *L. vannamei* durante 117 dias, em viveiros escavados com e sem fertilização orgânica, respectivamente. Em contraste, Scopel et al. (2011) substituindo farinha de peixes da dieta de camarões peneídos cultivados em tecnologia de bioflocos, por farelo de soja e farinha de carnes, obtiveram uma variação na conversão alimentar de 1,46 a 1,68. A baixa conversão alimentar dos camarões em policultivo deve-se provavelmente à menor quantidade de ração ingerida pelos juvenis, já que foram alimentados com 10% PV. Essa quantidade de ração não foi suficiente para alimentar as duas espécies e promover um bom desempenho do camarão, assim a ração que deveria ser consumida apenas pelo *L. schmitti*, pode ter sido consumida também pelo parati, o que pode ter comprometido os valores de conversão alimentar para esta espécie em policultivo.

A produtividade apresentou resultado superior no tratamento TM50 (987,03 Kg ha⁻¹) e inferior no tratamento P50/5 (693,55 kg ha⁻¹), não diferindo ($p > 0,05$) do tratamento P50/10 (721,34 kg ha⁻¹). A introdução dos paratis na densidade de 10 m² aumentou a produção do camarão, no entanto não diferiu estatisticamente da menor densidade (5m²). Esses resultados discordam de Simão et al. (2013) que trabalhando com *L. vannamei* e *O. niloticus* em sistema de monocultivo com 10 camarões² e policultivo com 10 camarões m⁻² e 0,5 e 1 tilápia m⁻², obtiveram produtividades finais para o camarão de 613,5 kg ha⁻¹; 362,75 e 183,74 kg ha⁻¹, respectivamente, durante 95 dias de cultivo, onde somente os camarões receberam uma ração de 30% PB. Já Wang et al. (1998) cultivando o camarão *Penaeus chinensis* em policultivo com híbridos de tilápia em viveiros obtiveram uma produção média de 325,4 a 541,6 kg ha⁻¹, nas densidades 4,5; 6 e 7 camarões m⁻². Nosso estudo apresentou resultados próximos aos encontrados por Costa et al. (2013), que verificaram uma produção média em monocultivo de 1.454,98 kg ha⁻¹, e no policultivo de 860,34 kg ha⁻¹, embora diferindo do presente estudo, os camarões e as tainhas em policultivo receberam ração peletizada de 38% PB. Maia et al. (2012) obtiveram uma produção média elevada de 2.069 kg ha⁻¹ em cultivo intensivo do camarão *L. vannamei* na fase de berçário nas densidades de 720 e 769 PL₁₀ m⁻² em viveiros de 0,25 e 0,26 ha; já para a fase de engorda encontraram a produtividade média de 3.418 Kg ha⁻¹ em densidades de estocagens de 142 e 159 PL₁₀ m⁻² e em viveiros de 0,37 e 0,33 ha. Fróes et al. (2012) também verificaram uma produção elevada para o *L. vannamei* quando cultivado com fertilização de carbono orgânico (8.772,12 Kg ha⁻¹) em relação ao cultivo sem fertilização (6.759,15 kg ha⁻¹). De acordo com Tian et al. (2001), geralmente o camarão apresenta rendimento superior em policultivo, o que demonstra um melhor aproveitamento do alimento disponível, no entanto no presente estudo, o policultivo mostrou-se prejudicial ao camarão.

No presente estudo, o policultivo do camarão *L. schmitti* com o parati *M. curema* prejudicou o desempenho dos camarões em todas as variáveis analisadas, uma forma de evitar possível problema seria que uma das espécies fosse cultivadas em cercados ou em gaiolas,

dentro de viveiros escavados. Essa prática, possivelmente impediria a disputa dos animais por alimento.

O cultivo de camarões em gaiolas foi realizado por Rineu Rodrigues et al. (2012), Preto et al. (2005) e Krummenauer et al. (2006) que comprovaram a possibilidade do cultivo desses animais em gaiolas. O policultivo de tilápia em gaiolas e camarões soltos nos viveiros foi avaliado por Wang et al. (1998) e Danaher et al. (2007). Esse tipo de cultivo traz vantagens para as espécies cultivadas, melhorando o desempenho zootécnico e impedindo a competição pela ração nos viveiros. Viveiros revestidos com geomembrana e areação intensa pode ser uma alternativa para o policultivo, já que o biofloco pode ser mantido em suspensão sem interferência do sedimento do viveiro, além disso, podem-se introduzir as gaiolas nesse ambiente de cultivo. Os viveiros revestidos com geomembrana evitam a infiltração da água de cultivo no lençol freático, a entrada de vírus da mancha branca, o contato da matéria orgânica do viveiro com o floco microbiano e impedem a formação de zonas sem oxigênio e além, disso reduzem a perda de oxigênio pela respiração do solo (POERSCH et al., 2012).

Os juvenis de *L. schmitti* apresentaram melhor desempenho para todas as variáveis quando cultivados em meio ao bioflocos ($p < 0,05$) (Tabela 5).

Os sistemas heterotróficos sem renovação de água têm demonstrado vantagens com relação à absorção bacteriana dos compostos nitrogenados, melhorando a qualidade da água e a conversão da amônia em proteína microbiana e fornecendo uma fonte alimentar suplementar aos camarões. Vários estudos já verificaram que a presença de bactérias heterotróficas nos meios de cultivos melhora significativamente o ganho de peso, a sobrevivência, o crescimento e a conversão alimentar dos camarões (BARBIERI JUNIOR & OSTRENSKY NETO 2002; CUZON et al. 2004). Burford et al. (2004) relataram que mais de 29% do alimento consumido pelo camarão *L. vannamei* deve-se ao floco microbiano presente em meio heterotrófico. Os agregados microbianos possibilitam um maior aproveitamento dos nutrientes gerados e da ração não consumida pelos animais, aumentando a conversão alimentar e reduzindo os níveis de farinha de peixes na alimentação (POERSCH et al., 2012). A presença de flocos microbianos formados pela adição de uma fonte de carbono pode contribuir na nutrição dos camarões e reduzir os níveis de PB na ração (BALLESTER et al., 2010). No presente estudo, o floco microbiano contribuiu significativamente para o crescimento dos juvenis de camarão, provavelmente atendendo suas exigências nutricionais em proteína bruta, e além disso, reduziu a conversão alimentar, comprovando que o sistema heterotrófico melhorou o desempenho dos animais.

Os resultados de desempenho zootécnico dos peixes, como peso final (PF), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), sobrevivência (SOB), produtividade (PROD) e fator de condição (K) encontram-se na Tabela 6.

Com relação aos sistemas de cultivo foi verificada diferença significativa para as variáveis PF, GP, TCE, SOB, FC ($p < 0,05$). As variáveis PF, GP, TCE, PROD, diferiram em relação aos meios de cultivo ($p < 0,05$).

Não foi verificado efeito de interação para os fatores sistemas de cultivo e meios de cultivo quanto as variáveis PF, GP, TCE, SOB, PROD e K ($p > 0,05$).

Tabela 6. Índices zootécnicos dos juvenis de *M. curema* cultivados em monocultivo e policultivo em meios de água clara e bioflocos.

Índices	Sistemas de cultivo			Meios de cultivo		CV%	Valor P ² SCxMC
	TM10	TP50/5	TP50/10	AC	BF		
Peso final (g) (PF)	14,60 ^a	17,78 ^a	12,95 ^b	16,51 ^a	13,52 ^b	14,79	0,30
Ganho de peso (g) (GP)	7,69 ^a	9,35 ^a	5,65 ^b	8,92 ^a	5,88 ^b	13,22	0,15
Taxa de crescimento específico (% dia ⁻¹) (TCE)	12,59 ^a	13,95 ^a	9,10 ^b	14,06 ^a	9,30 ^b	28,24	0,43
Sobrevivência (%) (SOB)	78,57 ^b	96,87 ^a	78,57 ^b	88,10 ^a	81,79 ^a	11,70	0,44
Produtividade (Kg ha ⁻¹) (PROD)	1126,8 ^a	978,10 ^a	1016,8 ^a	1163,6 ^a	875,30 ^b	18,18	0,47
Fator de condição (K)	2,01 ^a	1,82 ^b	1,79 ^b	1,89 ^a	1,82 ^a	8,22	0,87

Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan. TM10- Monocultivo na densidade de 10 juvenis de *M. curema* m⁻²; TP50/5- Policultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻² e 5 juvenis de *M. curema* m⁻²; TP50/10- Policultivo na densidade de 50 juvenis de *L. schmitti* m⁻² e 10 juvenis de *M. curema* m⁻². AC- Água clara, BF- Bioflocos, CV- Coeficiente de variação, SC- Sistema de cultivo, MC- Meios de cultivo.

O desempenho zootécnico em geral foi superior para os peixes *M. curema* cultivados em monocultivo e policultivo, nos tratamentos TPM10 e TP50/5, respectivamente. Os juvenis de *M. curema* apresentaram desempenho superior para a maioria das variáveis, quando cultivados em água clara.

No presente estudo, o peso final dos peixes apresentou melhor resultado no tratamento TP50/5 com valor médio de 17,78g, não diferindo do TM10 (14,60 g) e pior no tratamento TP50/10 (12,95g), portanto a maior densidade de *M. curema* (10m²) influenciou negativamente o peso final dos peixes em policultivo. Entretanto, Yuan et al. (2010) verificaram que o policultivo de *O. niloticus* nas densidades 0,4; 0,8; 1,2 tilápias m⁻² com 60 camarões m⁻², não influenciaram no peso final das tilápias, portanto o aumento da densidade não afetou o desempenho das tilápias em policultivo, observando-se que esse padrão não foi observado no presente estudo. Já Itani et al. (2010) cultivando tambaqui com peso inicial de 34,86; 37,91; 36,42g; no tratamento controle e sistema heterotrófico com 44 e 28% PB apresentaram peso finais de 42,46; 51,07; 36,35g; respectivamente, os resultados foram superiores aos do presente estudo. E Kubitza (2011) criando tilápias em sistemas sem renovação de água com fornecimento de ração de 36 e 40 % PB, obtiveram pesos médios finais, superiores aos do presente estudo, com valor médio de 24,8 e 21,9 g.

O ganho de peso dos peixes do presente estudo foi superior no tratamento TP50/5 (9,35 g), não diferindo do T10 (7,69g) e inferior no tratamento TP50/10 (5,65g), portanto a maior densidade de estocagem de *M. curema* (10 m²) influenciou negativamente o ganho de peso dos peixes em policultivo. Costa et al. (2013) verificaram que o ganho de peso da tainha *M. platanus* em policultivo com o camarão *L. vannamei* foi de 42,72g e 31,04g no monocultivo na densidade de 0,67m². Portanto, os resultados do presente estudo foram bem inferiores aos encontrados por este último autor, em baixa densidade. Scorvo-Filho et al. (1995) estudando o efeito da densidade de estocagem sobre o crescimento da tainha (*M. platanus*) criada em mono e policultivo com a carpa comum (*Cyprinus carpio*), observaram um ganho de peso maior (37,57g), com 0,33 tainhas m⁻² e menor (53,96 g), com 0,16 tainhas m⁻². Já Azim & Little (2008) encontraram valores similares estudando o cultivo de tilápia do Nilo em tecnologia de bioflocos, em tanques de 250L, obtendo o ganho de peso de 40,04; 40,08 e 27,09 g, respectivamente nos tratamentos 35 e 24% PB com bioflocos e 35% PB sem bioflocos.

De acordo com Stone & McNulty (2003), as possíveis causas da diminuição do crescimento em altas densidades são a redução da disponibilidade individual de alimento e a presença de metabólitos específicos de cada espécie. Apesar do ganho de peso dos paratis no presente estudo ter sido bem inferior aos citados pela literatura, houve uma superioridade para esta variável, quando os paratis foram cultivados em policultivo com a menor densidade de estocagem (5m^2). Observa-se, portanto, que apesar do fornecimento de ração para os paratis em monocultivo, o desempenho não foi superior ao das policultivadas em menor densidade. Essa diferença, pode ter ocorrido devido às tainhas em monocultivo terem sido alimentadas com 6% PV durante o cultivo, entretanto os paratis em policultivo se favoreceram da alimentação fornecida em função da biomassa dos camarões (10% PV), o que comprometeu o crescimento dos camarões e beneficiou o crescimento dos peixes.

A taxa de crescimento específico dos paratis foi superior no tratamento TP50/5 ($13,95\% \text{ dia}^{-1}$), não diferindo do TM10 ($12,59\% \text{ dia}^{-1}$) e inferior no tratamento TP50/10 ($9,10\% \text{ dia}^{-1}$). Costa et al. (2013) encontraram diferenças significativas na taxa de crescimento específico tanto no mono e policultivo de tainha *M. platanus* com *L. vannamei*, 3,69 e 3,99%, respectivamente durante 79 dias de cultivo em viveiros escavados de 200 m^2 , resultados que diferem daqueles obtidos no presente estudo. Muangkeow et al. (2007) criando *L. vannamei* com *O. niloticus* verificaram que o crescimento dos peixes reduziu significativamente com o aumento da densidade de estocagem de tilápias, corroborando com o presente estudo. Okamoto et al. (2006) verificaram taxas de crescimento para tainha *M. platanus* variando de 2,64 a $4,31\% \text{ dia}^{-1}$. Já Avnimelech (2007) obteve taxa de crescimento de $1,39\% \text{ dia}^{-1}$ para tilápias em sistema de bioflocos, enquanto LUO et al. (2014) relataram taxas de crescimento de 1,90 e $2,13\% \text{ dia}^{-1}$ para sistema de recirculação e de bioflocos, respectivamente. Esses resultados foram inferiores aos observados no presente estudo.

Durante o período experimental foi observado que os paratis apresentavam maior habilidade na captura da ração em relação os camarões, o que pode ter contribuído para seu maior crescimento em policultivo. Segundo Brito et al. (2014), as tilápias também apresentam forte hierarquia quando policultivadas com outras espécies de peixes e crustáceos, sendo necessário cuidados com as espécies que vivem no mesmo ambiente de cultivo, para obter bom crescimento e bem-estar dos mesmos. A alta densidade de tilápias pode reduzir o crescimento dos camarões devido à baixa disponibilidade de alimentos naturais, que são consumidos pelas tilápias em grande proporção (MUANGKEOW et al., 2007). Wang et al. (1988) cultivando tilápia híbrida (*Oreochromis mossambicus* \times *O. niloticus*) livremente com o camarão (*Penaeus chinensis*) observou que a tilápia competiu com o camarão por alimento, prejudicando seu crescimento, como observado no presente estudo.

Oliveira & Soares (1996) registraram 16 itens alimentares nos conteúdos estomacais de tainhas *M. platanus*, com predominância de cianobactérias, algas, metazoários, protozoários e detritos, onde a ocorrência desses microorganismos variou conforme as estações do ano. Esses autores sugerem que as tainhas podem ser consideradas consumidores primários e secundários, inferindo que o hábito alimentar dos camarões coincide com o do parati, sugerindo que no presente estudo, os paratis consumiram parte do alimento fornecido aos camarões.

A taxa de sobrevivência foi superior no tratamento TP50/5 com valor médio (96,87%) e inferior nos tratamentos TM10 e TP50/10 (78,57%), corroborando com Carvalho (2010), que encontrou taxas de sobrevivência de 95,7 e 96,3% para *M. platanus* em condições de laboratório. Sampaio também (2008) obteve taxas de sobrevivência variando de 97 a 98% para tainhas em policultivo com linguado *P. orbignyianus*, em tanques de terra ao longo de um período de 192 dias de outono e inverno. Souza et al. (2009b) encontraram sobrevivências de 88,33 e 85,33%, em policultivo de alevinos de *O. niloticus* com o camarão *M. amazonicum* alimentados com ração farelada e peletizada de 33% PB, respectivamente, embora esses

resultados estejam um pouco abaixo daqueles do presente estudo. Entretanto Crab et al. (2009) relataram taxas de sobrevivência de 97% e 80% para tilápias de 100g e 50g, respectivamente, quando cultivadas em sistema heterotrófico em densidade de 16 Kg/m³ durante o inverno. Kubtiza (2011) em sistema de bioflocos obteve sobrevivência de 99 e 99,6% para juvenis de tilápias alimentados com rações de 36 e 40 % PB, respectivamente. As altas taxas de sobrevivência no presente estudo indicam que os parâmetros de qualidade de água estiveram dentro da faixa ideal de conforto para espécie.

A produtividade apresentou maior produção no tratamento TM10 (1126,08 Kg ha⁻¹) e menor no tratamento TP50/5 (978,10 kg ha⁻¹). A produtividade não foi influenciada pelo sistema de cultivo e pelas densidades de estocagens estudadas. Scorvo-Filho et al. (1995) cultivaram em sistema de monocultivo em água doce a tainha listrada *M. platanus* na densidade de 1 peixe/3m² em viveiros obtiveram uma produtividade de 917,46 Kg ha⁻¹, resultado próximo ao do presente estudo. Já Costa et al. (2013) encontraram resultados inferiores de produção em policultivo (316,53 Kg ha⁻¹) e monocultivo (207,76 kg ha⁻¹) para *M. platanus*. Santos & Valenti (2002) concluíram que o policultivo do camarão de água doce *M. rosenbergii* com tilápia não interferiram na produtividade dos peixes, obtendo produções médias de 3445 kg ha⁻¹, 3671-3857 kg ha⁻¹ em monocultivo e policultivo de tilápia, respectivamente.

O fator de condição foi superior no tratamento TM10 com valor médio (2,01) e inferior no tratamento TP50/10 com valor médio (1,79), não diferido do TP50/5 (1,82). De acordo com a Fish Breeding Association (2003), em estudos com híbridos de tilápia (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*) um fator de condição <1,8 indica condições precárias de bem - estar, enquanto um fator de condição > 2 indica que os peixes estão em bom estado fisiológico. No presente estudo, o fator de condição para os peixes foi superior no monocultivo do que nos tratamentos de policultivos (2,01 e 1,82; 1,79; respectivamente), portanto, indicando que os peixes estiveram em bom estado fisiológico. Costa et al. (2013) relataram valores inferiores de fator de condição igual a 1,13 e 1,06 para tainhas *M. platanus* criadas em mono e policultivo com o camarão *L. vannamei*, enquanto Crab et al. (2009) encontraram um fator de condição variando de 2,1 a 2,3 para híbridos de tilápia (*O. niloticus* × *O. aureus*) cultivados em meio heterotrófico durante o inverno, por um período de 50 dias.

Apesar da eficiência do bioflocos já ter sido comprovada como fonte suplementar para peixes com hábitos alimentares onívoros detritívoros, no presente estudo não foi verificado um bom desempenho para os peixes cultivados em bioflocos, apresentando resultados superiores para maioria das variáveis em água clara (p<0,05) (Tabela 6). O baixo desempenho dos paratis no meio de cultivo com bioflocos pode estar relacionado ao fornecimento da ração, que pode ter contribuído para a redução de consumo do alimento natural. Segundo Larson & Shanks (1996), os juvenis de tainhas *M. curema* e *M. cephalus* reduziram o consumo de bioflocos com a presença de outro alimento no ambiente.

O baixo consumo de bioflocos pelos peixes foi verificado por Avnimelech (2007), entretanto, o pequeno consumo do bioflocos, pode representar uma fonte nutricional significativa, constituindo cerca de 50% da ração fornecida aos animais, o que representa uma alimentação diária de 2% PV, ou seja, 20g Kg⁻¹. Itani et al. (2010) alimentando o tambaqui em meio heterotrófico com ração de 44 e 28% PB e no meio autotrófico com ração de 44% PB não verificaram diferenças significativas no peso final. Já Azim & Little (2008) não encontraram diferenças significativas no crescimento, produção e conversão alimentar de tilápia do Nilo, quando alimentadas com ração de 35% e 24% PB em sistema heterotrófico, diferindo do tratamento controle. Esses autores não observaram resultados satisfatórios das variáveis citadas, concluindo que o aumento da turbidez devido ao bioflocos pode reduzir a visibilidade dos peixes e consequentemente o consumo de ração artificial.

O grande volume de flocos (sólidos em suspensão) pode ocasionar o entupimento das brânquias, prejudicando a respiração dos peixes, reduzindo o consumo de alimento e consequentemente aumentando o estado de estresse dos animais, no entanto no presente estudo os sólidos suspensos totais ficaram abaixo das concentrações aceitáveis (SAMOCHA et al., 2007).

Aparentemente os paratis reduziram o consumo de ração, devido à visibilidade reduzida em meio heterotrófico, e no mono e policultivo em água clara os paratis consumiram a ração ofertada, o que explica o maior desempenho dos peixes em água clara.

5 CONCLUSÃO

O policultivo do camarão *L. schmitti* com o parati *M. curema* prejudicou o desempenho dos camarões, no entanto, juvenis de *L. schmitti* apresentaram melhor desempenho para todas as variáveis, quando cultivados em meio ao bioflocos. O floco microbiano contribuiu significativamente para o crescimento dos juvenis de camarão, provavelmente atendendo suas exigências nutricionais em proteína bruta, além disso, reduziu a conversão alimentar, comprovando que o sistema heterotrófico melhorou o desempenho dos animais.

O parati *M. curema* em geral apresentou desempenho superior em mono e policultivo, entretanto apresentou resultados superiores para maioria das variáveis em água clara.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para evitar disputa por alimento entre as espécies policultivadas sugere-se que uma das espécies seja cultivada em cercados ou em gaiolas, dentro de viveiros escavados, e além disso, viveiros revestidos com geomembrana e areação intensa pode ser uma alternativa para o policultivo, já que o biofloco pode ser mantido em suspensão sem interferência do sedimento do viveiro.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, H. L. P. S.; D'INCAO, F. Análise do esforço de pesca do camarão rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na Lagoa dos Patos, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 21, p. 77 - 92, 1999.

ALVAREZ, J. S.; HERNÁNDEZ-LLAMAS, A.; GALINDO, J.; FRAGA, I.; GARCÍA, T.; VILLARREAL, H. Substitution of fishmeal with soybean meal in practical diets for juvenile white shrimp *Litopenaeus schmitti*. **Aquaculture Research**, v. 38, n.7, p.689 - 695, 2007.

AMAYA, E.; DAVIS, D. A.; ROUSE, D. B. Alternative diets for the pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 262, p. 419 - 425, 2007.

ANDERSON, D. M.; GLIBERT, P. M.; BURKHOLDER, J. M. Harmful Algal Blooms and Eutrophication Nutrient Sources, Composition, and Consequences. **Estuaries** v. 25, p. 704 - 726, 2002.

AOAC. **Official methods of analysis**. 17. ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, 2000.

ARANTES, R. F. **O efeito da relação Carbono-Nitrogênio sobre a comunidade microbiana no cultivo super-intensivo de *Litopenaeus vannamei* sem renovação**. 2007. 39p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2007.

ARAÚJO, F. G.; CRUZ-FILHO, A. G.; AZEVEDO, M. C. C.; SANTOS, A. C. A.; FERNANDES, L. A. M. Estrutura da comunidade de peixes jovens da margem continental da Baía de Sepetiba RJ. **Acta Biologica Leopoldensia**, São Leopoldo, RJ, v. 19, n. 1, p. 61-83, 1997.

ARTILES, M. A.; JAIME, B.; GALINDO, J.; FRAGA, I.; FRANCISCO, V. Influência de la inclusión de microalgas secas en la alimentacion de protozoas de *Penaeus schmitti*. **Revista Investigaciones Marinas**, v. 22, n. 1, p 45-55, 2001b.

ARTILES, M. A.; REYES, R.; TIZOL, R. Policultivo de lisa (*Mugil liza*) con camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) en estanques de tierra. **Boletín del Centro Investigaciones Biológicas**, Maracaibo, v. 35, n. 3, p. 325-338, 2001a.

AVINEMELECH, Y. Tilapia Production Using Biofloc Technology: Saving Water, Waste Recycling Improves Economics. **Global Aquaculture Advocate**, may/june. 2011.

AVNIMELECH, Y. **Biofloc Technology: A Practical Guide Book**. Baton Rouge, Louisiana, United States. The World Aquaculture Society. 2009. 181 p.

AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems, **Aquaculture**, v.176, p. 227-235, 1999.

AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, v. 264, p. 140-147, 2007.

AZEVEDO, C. M. S. B.; SALES, R. B. S.; ARRUDA, A. M. V.; SIMÃO, B. R.; BRITO, L. O. Desempenho do camarão *Litopenaeus vannamei* em sistema sem renovação de água, com diferentes níveis de proteína bruta e adição de melaço. **Arquivos de Ciência do Mar**, Fortaleza, CE, v. 46, n. 2, p. 40 - 46, 2013.

AZIM, M. E & LITTLE, D. C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) **Aquaculture**, v. 283, p. 29 - 35, 2008.

AZIM, M. E.; LITTLE, D. C.; BRON, J. E. Microbial protein production in activated suspension tanks manipulating C: N ratio in feed and the implications for fish culture. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 9, p. 3590 - 3599, jun.2008.

BALLESTER, E. L, C.; ABREU, P. C.; CAVALLI, R. O.; EMERENCIANO, M.; ABREU, L.; WASIELESKY JR, W. Effect of practical diets with different protein levels on the performance of *Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system. **Aquaculture Nutrition**, v. 16, p. 163 - 172, 2010.

BARBIERI JUNIOR, R. C. & OSTRENSKY NETO, A. **Camarões marinhos**: engorda. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 370 p.

BARCELLINI, V. C.; GOMES, C. C.; ROCHA, V.; ZANIN, G.; CAMPOS, L. P.; CAMBESES, D.; MASUTTI, M. Avaliação sazonal de peso, comprimento e maturação de *Mugil curema*, no estuário de Santos, SP. In: Simpósio Brasileiro de Oceanografia, 5., 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Oceanografia e Políticas Públicas Santos, SP, Brasil, 2011.

BENETTI, D. D & FAGUNDES NETTO, E. B. Preliminary results on growth of mullets (*Mugil liza* and *Mugil curema*) fed artificial diets. **World Aquaculture**, v. 22, p. 115 - 122, 1991.

BOYD C.E. **Water quality management and aeration in shrimp farming**. Fisheries and Allied Aquacultures Department, Series n. 2, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama Birmingham, 1989, 183p.

BOYD, C. E. **Pond bottom soil and water quality management for pond aquaculture**. Alabama: ASA, 1997. 55 p.

BRASIL. Instrução Normativa IBAMA nº 189 - 23 de setembro de 2008. Estabelece a proibição da pesca de arrasto com tração motorizada para a captura de camarão rosa *Farfantepenaeus paulensis*, *F. brasiliensis* e *F. subtilis*, camarão sete barbas *Xiphopenaeus kroyeri*, camarão branco *Litopenaeus schmitti*, santana ou vermelho *Pleoticus muelleri* e barba ruça *Artemesia longinaris*, em determinadas áreas e períodos do ano. **Diário Oficial da União**, 24 nov. 2008.

BRITO, J. M.; FERREIRA, A. H. C.; JÚNIOR, H. A. S.; ALENCAR, M. N. B.; LOPES, J. B.; DUARTE, A. R.; JÚNIOR, M. A. B.; SILVA, A. L. Policultivo de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) em tanques-rede. **Revista eletrônica nutritime**, v. 1, n. 2, p. 3225 - 323, mar./abr. 2014.

BROWN, M.R.; JEFFREY, S.W.; VOLKMAN, J. K.; DUNSTAN, G. A. Nutritional properties of microalgae for mariculture. **Aquaculture**, v. 151, p. 315-331, 1997.

BUENO, S. L. S. Maturation and spawning of the white shrimp *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, under large scale rearing conditions. **Journal of the World Aquaculture Society**, n. 21, v. 3, p. 170 - 179, 1990.

BUENO, S. L. S. **Técnicas, procedimentos e manejos para a produção de pós-larvas de camarões peneídeos**: Experiência vivida pela Maricultura da Bahia S.A. Brasília: Comissão Interministerial para Recursos do Mar (CIRM – Brasil), 107 p. 1989.

BURFORD M. A.; THOMPSON, P.J.; MCINTOSH R.P.; BAUMAN R. H.; PEARSON D.C. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. **Aquaculture**, v. 219, p. 393 - 411, 2003.

BURFORD, M. A. Phytoplankton dynamics in shrimp ponds. **Aquaculture Research**, v. 28, p. 351 - 360, 1997.

BURFORD, M. A.; THOMPSON, P. J.; McINTOSH, R. P.; BAUMAN, R. H.; PEARSON, D. C. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity zero-exchange system. **Aquaculture**, v. 232, n. 1/4, p. 525 - 537, 2004.

CARVALHO, C.V. A.; BIANCHINI, A.; TESSER, M. B.; SAMPAIO, L. A. The effect of protein levels on growth, postprandial excretion and tryptic activity of juvenile mullet *Mugil platanus* (Gunther). **Aquaculture Research**, v. 41, p. 511-518, 2010.

CERVIGÓN, F.; CIPRIANI, R.; FISCHER, W.; GARIBALDI, L.; HENDRICKX, M.; LEMUS, A. J.; MÁRQUES, R.; POUTIERS, J. M.; ROBAINA, G.; RODRIGUES, B. **Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas solobres de la costa septentrional de sul América**. FAO, Roma, 1992, 513 p.

COELHO, P. A & SANTOS, M. C. F. Época da reprodução do camarão branco, *Penaeus schmitti* burkenrom) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) na região de Tamandaré - PE. **Boletim Técnico Científico CEPENE**, Rio Formoso, v. 1, n. 1, p. 157 - 169, 1993.

CÓRDOBA, L. R. M. & MESSINA, E. P. Biotic communities and feeding habits of *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) and *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson 1974) in monoculture and polyculture, semi-intensive ponds. **Aquaculture Reserach**, v. 36, p. 1075 - 1084, 2005.

COSTA, L. C.O.; XAVIER, J. A. A.; NEVES, L. F. M.; AZAMBUJA, A. M. V.; WASIELESKY JUNIOR, W.; FIGUEIREDO, M. R. C. Polyculture of *Litopenaeus vannamei* shrimp and *Mugil platanus* mullet in earthen ponds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, n. 9, set. 2013.

COSTA, R. C & FRANSOZO, A. A nursery ground for two tropical pink-shrimp *Farfantepenaeus* species: Ubatuba Bay, Northern coast of Sao Paulo, Brazil. **Nauplius**, Rio Grande, v. 7, n. 1, p. 73 - 81, 1999.

COSTA, R. C. **Biologia e distribuição ecológica das espécies de camarões Dendrobranchiata (Crustacea, Decapoda) na região de Ubatuba, SP.** 2002. 186p. Tese (Doutorado em Zoologia), Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2002.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A. L.; FREIRE, F. A. M. Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda; Penaeoidea) in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological**, Association of the United Kingdom, v. 85, p. 107 - 112, 2005.

CRAB, R., DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. **Aquaculture**, v. 356-357, p. 351 - 356, 2012.

CRAB, R.; CHIELENS, B.; WILLE, M.; BOSSIER P.; VERSTRAETE, W. The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae. **Aquaculture research**, v. 41, p. 559 - 567, 2010.

CRAB, R.; KOCHVAC, M.; VERSTRAETEA, W.; AVNIMELECH, Y. Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia. **Aquacultural Engineering**, v. 40, n. 3, p. 105 - 112, maio 2009.

CUZON, G.; LAURENCE, A.; GAXIOLA, G.; ROSAS, C.; GUILLAUME, J. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. **Aquaculture**, v. 235, p. 513 - 531, 2004.

D'INCAO, F.; VALENTINI, H.; RODRIGUES, L. F. Avaliação da pesca de camarões nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Atlântica**, v. 24, n. 2, p. 103 - 116, 2002.

DANAHER, J. J.; TIDWELL, J. H.; COULE, S. D.; DASGUPTA, S. Effects of two densities of caged monosex Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, on water quality, phytoplankton populations, and production when polycultured with *Macrobrachium rosenbergii* in temperate ponds. **Journal of World Aquaculture Society**, v. 38, n. 3, p. 367 - 382, 2007.

DE SILVA, S. S. & WITEYARATNE, M. J. S. Studies on the biology of grey mullet, *Mugil cephalus*. II. Food and feeding. **Aquaculture**, v.12, p. 1-157, 1977.

DECAMP, O. E.; CONQUEST, L.; CODY, J.; FORSTER, I. Effect of shrimp stocking density on size-fractionated phytoplankton and ecological groups of ciliated protozoa within zero-water exchange shrimp culture systems. **Journal World Aquaculture Society**, v. 38, p. 395 - 406, 2007.

DECAMP, O.; CODY, J.; CONQUEST, L.; DELANOY, G.; TACON, A. G. Effect of salinity on natural community and production of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), within experimental zero-water exchange culture systems. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 345 - 355, 2003.

DECAMP, O.; CONQUEST, L.; TACON, A. G. J. The nutrition and feeding of marine shrimp within zero water Exchange aquaculture production systems: role of euKariotic microorganisms. In: LEE, C, S.; O'BRYEN, P. **Microbial Approches to Aquatic Nutrition within Evoranmtally Sound Aquaculture Production Systems**. The World Aquaculture Society, USA: Baton Rouge. 2002. p. 79-86.

DELBON & RANZANI PAIVA. Eugenol em juvenis de Tilápia do Nilo: concentrações e administrações sucessivas. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 43 - 52, 2012.

DEUS, A. A. L.; ROCHA, D. F.; RIBAS, D. T.; NOVELLI, R. Estudo do conteúdo estomacal da tainha *Mugil curema* valenciennes, 1836 (pisces; mugilidae) na lagoa do Açú, norte do estado do Rio de Janeiro. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8., 2007, Minas Gerais. **Resumo...** Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2007.

EMERECIANO, I. A. A. **O camarão na área de Tutóia - MA**. Belém: Convênio SUDAM/UFMA, 1981.

EMERENCIANO, M. Bio-Floc systems: Os avanços lições e desafios dos sistemas heterotróficos no Brasil. **Panorama da Aquicultura**, v. 109, p. 54 - 61, 2008.

EMERENCIANO, M. G. C.; BALLESTER, E. C.; CAVALLI, R. O.; WASIELESKY, W. Effect of biofloc technology (BFT) on the early postlarval stage of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: growth performance, floc composition and salinity stress tolerance. **Aquaculture International**, v. 19, p. 891 - 901, 2011a.

EMERENCIANO, M. G. C.; WASIELESKY JR, W.; SOARES, R. B.; BALLESTER, E. C.; IZEPI, E. M.; CAVALLI, R. O. Crescimento e sobrevivência do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase de berçário em meio heterotrófico. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 1 - 7, 2007.

EMERENCIANO, M.; BALLESTER, E. L. C.; CAVALLI, R. O. Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). **Aquaculture Research**, 2011b.

EMERENCIANO, M.; BALLESTER, E. L. C.; CAVALLI, R. O.; WASIELESKY, W. Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). **Aquaculture Research**, v. 43, p. 447 - 457, 2012.

EWALD, J. J. **Investigaciones sobre la biología del camarón comercial em el occidente de Venezuela**. Segundo informe anual al Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuárias. Caracas: Instituto venezolano de Investigaciones Científicas, 1965.

FERREIRA, A. H.; TESSER, M. B.; SAMPAIO, L. A. Efeito da densidade de estocagem sobre juvenis de tainha *Mugil platanus* (Pisces, Mugilidae) cultivados em laboratório. In: Reunião Anual do Instituto de Pesca, 7., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Pesca, 1998, p. 46.

FERREIRA, D. A. **Produção de juvenis do camarão *Litopenaeus vannamei* com diferentes densidades de estocagem em baixa salinidade e meio heterotrófico**. 2000. 64p. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

FISH BREEDING ASSOCIATION. **Technical Handbook**. Fish Breeding Association, Israel, 2003.106 p.

FÓES, G. K.; FRÓES, C. N.; KRUMMENAUER, D.; POERSCH, L. H.; WASIELESKY JR, W. Nursery of Pink Shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in Biofloc Technology Culture System: Survival and Growth at Different Stocking Densities. **Journal of Shellfish Research**, v. 30, p. 367 - 373, 2011.

FOLCH, J. M.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal Biological Chemistry**, v. 226, n. 497 - 507, 1957.

FONSECA NETO, C & SPACH, H. L. Sobrevivência de juvenis de *Mugil platanus* Günther, 1880 (Pisces, Mugilidae) em diferentes salinidades. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 25, p. 13 - 17, 1999.

FRAGA, I.; GALINDO, J.; ARAZOZA, M.; SÁNCHEZ, A.; JAIME, B.; ÁLVAREZ, S. Evaluación de niveles de proteína y densidades de siembra en el crecimiento del camarón blanco *Litopenaeus schmitti*. **Revista de Investigaciones Marinas**, v. 23, n. 2, p. 141 - 147, 2002.

FRAGA, E.; SCHNEIDER, H.; NIRCHIO, M.; SANTA BRIGIDA, E.; RODRIGUES FILHO, L. F.; SAMPAIO, I. Molecular phylogenetic analyses of mullets (Mugilidae, Mugiliformes) based on two mitochondrial genes. **Journal Applied Ichthyology**, v. 23, p. 598 - 604, 2007.

FRAGA, I.; GALINDO, J.; JAIME, B. Evaluación de niveles de inclusión de harina de cangrejo rojo de tierra (*Gecarcinus ruricola*) en la dieta de juveniles de camarón blanco *Litopenaeus schmitti*. **Revista Investigaciones Marinas**, v 31, n. 1, p. 53 - 60, 2010.

FRAGA-CASTRO, I. E & JAIME-CEBALLOS, B. Efecto de ensilados de pescado e hígado de tiburón en el crecimiento de *Litopenaeus schmitti*, en sustitución de la harina y el aceite de pescado. **Revista Electrónica de Veterinaria, REDVET**, v. 12, n. 11, 2011.

FRANCO, L & BASHIRULLAH, K. M. B. Alimentación de la lisa (*Mugil curema*) Del golfo de Cariaco-Estado Sucre, Venezuela, **Zootecnia Tropical**, v. 10, n. 2, p. 219 - 238, 1992.

FROES, C.; FOES, G.; KRUMMENAUER, D.; BALLESTER, E.; POERSCH, L. H.; WASIELESKY JR, W. Fertilização orgânica com carbono no cultivo intensivo em viveiros com sistema de bioflocos do camarão branco *Litopenaeus vannamei*, **Atlântica**, Rio Grande, v. 34, n. 1, p. 31 - 39, 2012.

FUGIMURA, M. M. S. **Avaliação da criação intensiva do camarão branco *L. schmitti* com a tecnologia de bioflocos.** 2013. 91p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

FUGIMURA, M. M. S. **Efeito da temperatura e densidade de estocagem no crescimento e sobrevivência de juvenis de *Litopenaeus schmitti* criado em cativeiro.** 2009. 45p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

FURTADO, P. S.; GAOANA, C. A. P.; SERRA, F. P.; POERSCH, L. H.; WASIELESKY JR, W. Cultivo de camarões marinhos com tecnologia de bioflocos: A influência da alcalinidade pH e CO₂. **Panorama da Aquicultura.** v. 23, n. 135, p. 43 - 53, jan./fev. 2013.

GALINDO, J.; JAIME, B.; FRAGA, ILIANA.; ALVAREZ, J. S. Empleo de la zeolita en la alimentación del Camarón Blanco *Litopenaeus schmitti*. In: Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, 4., 2006, Cuba. **Anales...** Cuba: Centro de Investigaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Pesquera, La Habana, 2006. p. 106-112.

GALINDO, J.; ÁLVAREZ, J.; FRAGA, I.; REYES, R.; JAIME, B.; FERNÁNDEZ, I. Requerimientos de lípidos de juveniles de camarón blanco *Panaeus schmitti*. **Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras**, v. 17, n. 2, p. 23 - 36, 1992.

GALINDO, J.; FRAGA, I.; PELEGRÍN, E.; REGUEIRA, E. Manejo del alimento en el engorde del Camarón Blanco *Litopenaeus schmitti*: II. Evaluación de esquemas de alimentación. In: Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, 3., 2004, Cuba. **Anales...** Cuba: Centro de Investigaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Pesquera, La Habana Cuba , 2004. p. 540 - 546.

GALINDO, JOSÉ.; FRAGA , I.; ARAZOZA, M.; ALVAREZ, J. S.; RAMOS, D.; GONZÁLEZ, R. Requerimientos nutricionales de juveniles de Camarón Blanco (*Litopenaeus schmitti*): evaluación de dietas prácticas. In: Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 1., 2002, Cuba. **Anales...** Cuba: Centro de Investigaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Pesquera, La Habana, 2002. p. 84 - 94.

GALINDO-LÓPEZ, J.; JAIME-CEBALLOS, B.; FRAGA-CASTRO, I.; ALVAREZ-CAPOTE, J. Empleo de subproductos de la caña de azúcar para La alimentación del camarón blanco del caribe (Use of sugar cane by-products on the caribbean white shrimp feeding). **Revista electrónica de Veterinaria, REDVET**, v. 10, n. 7, 2009.

GALVÃO, J. A.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; OETTERER, M. Cultivo aquático sustentável implica melhoramento de cianobactérias. **Revista Visão Agrícola**, USP, ESALQ, n.11, 2012.

GAONA, C. N.; SERRA, F. P.; POERSCH, L. H.; WASIELESKY JR, W. Sistema de bioflocos: A importância e o manejo dos sólidos suspensos totais. **Panorama da aquicultura**, n. 22, n. 134, nov./dez. 2012.

GODINHO, H. M.; SERRALHEIRO, P. C. S.; SCORVO- FILHO, J. D. Revisão e discussão de trabalhos sobre as espécies do gênero *Mugil* (TELEOSTEI, PERCIFORMES, MUGILIDAE) da costa brasileira (LAT, 3°S - 33°S). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 15, n. 1, p. 67 - 80, 1988.

GODOY, L. C. **Desempenho do camarão-branco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado em meio de diatomáceas ou flocos microbianos com mínima troca de água**. 2008.73p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2008.

GONZALEZ, D.; CORDOBA, J.; INDORF, F.; BUITRAGO, E. Estudios preliminares en la formulación de dietas para camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) utilizando ensilado de pescado. **Revista Científica (Maracaibo)**, v. 17, n. 2, p. 166 - 172, 2007.

HARI, B.; KURUP, B. M.; VARGHESE, J. T.; SCHRAMA, J. W.; VERDEGEM, M. C. J. Effects of carbohydrate addition on production in intensive shrimp culture systems. **Aquaculture**, v. 241, n. 1/4, p. 187 - 194, 2004.

HERAS, S.; ROLDÁN, M. I.; CASTRO, M. G. Molecular phylogeny of Mugilidae fishes revised. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 19, p. 217 - 231, 2009.

HERNÁNDEZ, J. Z. & NUNES, A. J. P. Biossegurança no cultivo de camarão marinho qualidade da água e fatores ambientais. **Revista da ABCC**, Recife, v. 3, n. 2, p. 55 - 59, 2001.

HERNANDEZ-BARRAZA, C.; LOREDO, J.; ADAME, JORGE.; FITZSIMMONS, K. M. Effect of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on the growth performance of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in a sequential polyculture system. **Latin American Journal Aquatic Research**, Valparaíso, v. 40, n. 4, nov. 2012.

HOTOS, G. N. & VLAHOS, N. Salinity tolerance of *Mugil cephalus* and *Chelon labrosus* (Pisces: Mugilidae) fry in experimental conditions. **Aquaculture**, v. 167, n. 3 - 4, p. 329 - 338, set. 1998.

IBAMA. Estatística da pesca 2006. **Brasil**: grandes regiões e unidades da federação. Brasília, 2008. 174 p.

ITANI A, L.; NETO, E. T. A.; SILVA, S. L.; ARAÚJO, M. L.; LIMA, A. F.; BARBOSA, J. M. Efeito do sistema heterotrófico no crescimento do Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, 10., 2010, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.

ITO, K. & BARBOSA, J. C. Nível protéico e proporção de proteína de origem animal em dietas artificiais para tainha, *M. platanus*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 24, n. único, p. 111 - 117, 1997.

JAIME-CEBALLOS, B & GALINDO-LÓPEZ, J. Dietas practicas para el cultivo de *Litopenaeus schmitti*: una revisión (Practical diets for *Litopenaeus schmitti* shrimp culture: a review). **Revista Electrónica de Veterinaria, REDVET**, v. 2, n. 12, dez. 2006.

JANA, B. S. N.; GARG, S. K.; PATRA, B. C. Effect of periphyton on growth performance of grey mullet, *Mugil cephalus* (Linn.), in inland saline groundwater ponds. **Journal Applied Ichthyology**, v. 20, p. 110 - 117, 2004.

JAR, L. P. **Fisiología y calidad reproductiva de machos de camarón blanco *Litopenaeus schmitti* en condiciones de cautiverio**. 2005. 150 p. Tese (Doutorado em Uso, Manejo y, Preservacion de los Recursos Naturales) - Centro de investigaciones biologicas del Noroeste, La Paz, 2005.

JORY, D. E. Comments on Biosecurity and Shrimp Farming. **Aquaculture Magazine**, v. 27, n. 4, jul./aug. 2001.

JU, Z. Y .; FORSTER, I .; CONQUEST, L.; DOMINY, W .; KUO, W. C.; HORGEN, F. V. Determination of microbial community structures of shrimp floc cultures by biomarkers and analysis of floc amino acid profiles. **Aquaculture Research**, v. 39, p. 118-133, 2008.

JUNIOR, A. P. B.; AZEVEDO, C. M. S. B.; PONTES, F. S. T.; HENRY-SILVA, G. G. Polyculture of Nile tilapia and shrimp at different stocking densities. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 7, jul. 2012.

KRUMMENAUER, D.; JUNIOR, C. A. S.; POERSCH, L. H.; FOES, G. K.; LARA, G. R.; WASIELESKY JUNIOR, W. Cultivo de camarões marinhos em sistema de bioflocos: análise da reutilização da água. **Atlântica**, Rio Grande, v. 34, n. 2, p. 103 - 111, 2012.

KRUMMENAUER, D.; LARA, G.; FOÉS, G.; POERSCH, L. H.; WASIELESKY JR, W. Sistema de Bioflocos: É possível reutilizar a água por diversos ciclos? . **Panorama da aquicultura**, n. 136, v. 23, p. 40 - 47, mar./abr. 2013.

KRUMMENAUER, D.; PEIXOTO, S.; CAVALLI, R.; POERSCH, L.; WASIELESKY, W. Superintensive culture of white shrimp *Litopenaeus vannamei* in a biofloc technology system in southern Brazil at different stocking densities. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 42, p. 726 - 733, 2011.

KRUMMENAUER, D.; WASIELESKY, W.; CAVALLI, R. O.; PEIXOTO, S.; ZOGBI, P. R. Viabilidade do cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Crustácea, Decapoda) em gaiolas sob diferentes densidades durante o outono no sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, 2006.

KUBITZA, F. Criação de Tilápias em sistema de Bioflocos sem renovação de água. **Panorama da aquicultura**, v. 21, n. 125, maio/ jun. 2011.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – parte I. **Panorama da aquicultura**, jan./fev. 1998.

KUBTIZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1. ed. Jundiaí. 2003. 229 p.

KUDO, R. R. **Protozoologia**. 1.ed.1966. 905 p.

LARSON, E. T & SHANKS A. L. Consumption of marine snow by two species of juvenile mullet and its contributions to their growth. **Marine Ecology Progress Series**, v. 130, p. 19 - 28, 1996.

LEFFLER, J. **Biofloc Research at the Waddell Mariculture Center**. 2008. Disponível em: <<http://content.asp?contentid=379>>, Acesso em 28/03/2014.

LOUREIRO. C. K. **Produção de Ciliados e Nematódeos para Utilização como Alimento Vivo para Camarões na Fase de Berçário Cultivados em Meio à Bioflocos**. 2012. 94p. Tese (Doutorado em Aquicultura), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2012.

LUO, G.; GAO, Q.; WANG, C.; LIU, W.; SUN, D.; LI, L.; TAN, H. Growth, digestive activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system. **Aquaculture**, v. 422 - 423, p. 1 - 7, 2014.

LUTZ, C. G. Polyculture: principles, practices, problems and promise. **Aquaculture Magazine**. v. 29, p. 34 - 39, Mar/Apr. 2003.

MAIA, C. S. P. **Desempenho técnico-econômico da tilápia do nilo *Oreochromis niloticus* (linnaeus, 1757) em policultivo com camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (boone, 1931) em viveiros estuarinos**. 35p. 2006. Monografia (Curso de Engenharia de Pesca). Departamento de pesca e aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife 2006.

MAIA, E. P.; MODESTO, G. A.; BRITO, L. O.; GÁLVEZ, A. O. Crescimento, sobrevivência e produção de *Litopenaeus vannamei* cultivado em sistema intensivo. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 17, n. único, p. 15 - 19, jan./dez. 2012.

MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, E.; ACOSTA-SALMÓN, H.; SOUTHGATE, P. C. The nutritional value of seven species of tropical microalgae for black-lip pearl oyster (*Pinctada margaritifera*, L.) larvae. **Aquaculture**, v. 257, p. 491 - 503, 2006.

McINTOSH, D.; SAMOCHA, T. M.; JONES, E.R.; LAWRENCE, A. L.; MCKEE, D. A.; HOROWITZ, S.; HOROWITZ, A. The effect of a commercial bacterial supplement on the high-density culturing of *Litopenaeus vannamei* with a low-protein diet in an outdoor tank system and no water exchange. **Aquacultural Engineering**, v. 21, p. 215 - 227, 2000.

McINTOSH, R. P. Changing paradigms in shrimp farming – I: general description, **Global Aquaculture Advocate**, Aug./Oct. 1999.

MENEZES, N. A. Guia prático para conhecimento e identificação de tainhas e paratis (Pisces, Mugilidae) do litoral brasileiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 2, p. 1 - 12, 1983.

MENEZES, N. A.; OLIVEIRA, C.; NIRCHIO, M. An old taxonomic dilemma: the identify of the western south Atlantic lebrance mullet (Teleostei: Periformes: Mugilidae, **Zootaxa**, v. 2519, p. 59 - 68, 2010.

MIRANDA-FILHO, K. C.; WASIELESKY JUNIOR, W.; MAÇADA, A. P. . Efeito da amônia e nitrito no crescimento da tainha *Mugil platanus* (Pisces, Mugilidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 55, p. 45 - 50, 1995.

MOSS, S M.; PRUDER, G. D.; LEBER, K. M.; WYBAN, J. A. The relative enhancement of *Penaeus vannamei* growth by selected fractions of shrimp pond water. **Aquaculture**, v. 101, p. 229 - 239, 1992.

MOSS, S. M. Dietary importance of microbes and detritus in Penaeid shrimp aquaculture, In: LEE, C. S.; O'BRYEN, P. **Microbial Approaches to Aquatic Nutrition within Environmentally Sound Aquaculture Production Systems**. The World Aquaculture Society, USA: Baton Rouge, 2002, p.1 - 18.

MOSS, S. M.; FORSTER, I. P.; TACON, A. G. J. Sparing effect of pond water on vitamins in shrimp diets. **Aquaculture**, v. 258, p. 388 - 395, 2006.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. **Brasil: 2008 - 2009**. 2009. 101p. Disponível em: < [http:// www.mpa.gov.br](http://www.mpa.gov.br).>Acesso em: 28 jan. 2014.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**. 2011.60p. Disponível em: < [http:// www.mpa.gov.br](http://www.mpa.gov.br).>Acesso em: 15 abr. 2014.

MUANGKEOW, B.; IKEJIMA, K. ; POWTONGSOOK, S.; YI, Y. Effects of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), and Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* L., stocking density on growth, nutrient conversion rate and economic return in integrated closed recirculation system. **Aquaculture**, v. 269, p. 363 - 376, 2007.

NAJAFPOUR, G. D. & SHAN, C. P. Enzymatic hydrolysis of molasses. **Bioresource Technology**, v. 86, n. 1, p. 91 - 94, 2003.

NASCIMENTO, I. A.; BRAY, W. A.; LEUNG TRUJILLO, J. R.; LAWRENCE, A. L. Reproduction of ablated an unablated *Penaeus schmitti* in captivity using diets consisting of fresh-frozen natural and dried formulated feeds. **Aquaculture**, n. 99, p. 387-398, 1991.

NEEDHAM, P, R. **Guias para el reconocimiento de algas e invertebrados dulceacuicolas**. 1973. 224 p.

NEVES, L. F. M. **Influência do cultivo de tainhas (*Mugil platanus*) e camarões (*Litopenaeus vannamei*) sobre o desenvolvimento de comunidades perifíticas em substrato artificial, no extremo Sul do Brasil (Rio Grande, RS)**. 2009. 61p. Dissertação (Mestre em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2009.

O' BRIEN, C. J. Ontogenetic changes in the diet of juvenile brown tiger prawns *Penaeus esculentus*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 112, p.195-200, 1994.

OKAMOTO, M. H.; SAMPAIO, L. A.; MAÇADA, A. P. Efeito da temperatura sobre o crescimento e sobrevivência de juvenis de tainha *Mugil platanus* Günther, 1880. **Atlântica**, v. 28, p. 61 - 66, 2006.

OLIVEIRA, I. R. & SOARES, L. S. H. Alimentação da tainha *Mugil platanus* Gunther, 1880 (pisces: mugilidae), da região estuarino-lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 23, 95 - 104, 1996.

OSHIRO, L. M. Y. Relatório Técnico apresentado à APLIM. **Estudo das populações de camarões e siris da Baía de Sepetiba/RJ**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ, 26 p, 2005.

PAULY, D.; CHRISTENSEN, V.; GUENETTE, S.; PITCHER, T. J.; SUMAILA, U. R.; POERSCH, L. H.; FOÉS, G.; KRUMMENAUER, D.; ROMANO, L. A.; WASIELESKY JR, W. Bioflocos uma alternativa para camarões saudáveis. **Panorama da aquicultura**, n. 130, v. 22, p. 28 - 37, mar./abr. 2012.

POERSCH, L. H.; SANTOS, M. H. S.; MIRANDA-FILHO, K.; WASIELESKY JR. W. Efeito agudo do nitrato sobre alevinos de tainha. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, n. 2, p. 247 - 252, 2007.

PRETO, A.; CAVALLI, R. O.; PISSETI, T.; ABREU P. C.; WASIELESKY JR , W. Efeito da densidade de estocagem sobre o biofilme e o desempenho de pós-larvas do camarão-rosa, *Farfantepenaeus paulensis* cultivado em gaiolas. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1417 - 1423, 2005.

RAMOS, L.; MOLINA, J.; SAMADA, S.; ESPEJO, M. Maturation and reproduction of pondreared *Penaeus schmitti*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 26, p. 183 – 187, 1995.

REIS, E. G.; VIEIRA, P. C.; DUARTE, V. S. Pesca artesanal de teleósteos no estuário da Lagoa dos Patos e costa do Rio Grande do Sul. **Atlântica**, v. 16, p. 69 - 86, 1994.

RIBEIRO, R. P. Estrutura das comunidades aquáticas. In: MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P.; ZIMMERMANN, S (Eds.). **Fundamentos da Moderna Aquicultura**. Ed. Ulbra: Canoas, 2001, p. 33 - 36, cap. 4.

RINEU RODRIGUES, L. L. T; RODRIGUES, B. S.; SOSA, D. W.; MUTTI, M. V. M.; QUEROL. Cultivo de diferentes densidades de estocagem do camarão *Litopenaeus vannamei* (boone, 1931), em gaiolas, na água doce salinizada. In: Anais do salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2., 2012. **Anais...** Universidade Federal do Pampa, v. 4, 2012.

ROCHA, A. F. **Avaliação do potencial de criação de juvenis de tainhas *Mugil cf. hospes* e *Mugil liza* em sistema de bioflocos**. 2012. 114p. Tese (Doutorado em Aquicultura), Universidade federal do Rio Grande, Rio Grande. 2012.

ROCHA, A. F.; ABREU, P. C.; WASIELESKY JR, W.; TESSER, M. B. Avaliação da formação de bioflocos na criação de juvenis de tainha *Mugil cf. hospes* sem renovação de água. **Atlântica**, Rio Grande, v. 34, n. 1 p. 63 - 74, 2012.

ROUND, F. E. **Biologia das algas**. 2. ed. Traduzido por Francisco Pèrlingeiro Neto. Rio de Janeiro: Editora Guanabara dois, 1983. 263 p.

RUANO, M. D. P. B.; FRAGA-CASTRO, I.; GALINDO-LÓPEZ, J. Inclusión de ensilado de pescado como alternativa en la elaboración de alimento extruido para el camarón de cultivo (*Litopenaeus schmitti*). In: Congreso IberoAmericano Virtual De Acuicultura, 2., 2003, Cuba. **Anales...** Cuba: Centro De Investigaciones Pesqueras, 2003. p. 303 - 309.

SAMOCHA, T. M.; PATNAIK, S.; SPEED, M.; ALI, A. M.; BURGER, J. M.; ALMEIDA, R. V.; AYUB, Z.; HARISANTO, M.; HOROWITZ, A.; BROCK, D. L. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture Engineering**, v. 36, n. 2, p.184 - 191, 2007.

SAMPAIO, J. A. O. **Desempenho de linguados *Paralichthys orbignyanus* em policultivo com tainhas *Mugil platanus* em viveiros de solo, no período de outono e inverno**. 2008. 33p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2008.

SAMPAIO, L. A.; FERREIRA, A. H.; TESSER, M. B. Effect of stocking density on laboratory rearing of mullet fingerlings, *Mugil platanus* (Günther, 1880). **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 471 - 475, 2001.

SAMPAIO, L. S.; TESSER, M. B.; WASIELESKY JÚNIOR.; W. Avanços da maricultura na primeira década do século XXI: piscicultura e carcinocultura marinha. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 102 - 11, 2010.

SANDIFER, P. A.; HOPKINS, J. S.; STOKES, A. D.; BROWDY, C. L. Preliminary comparisons of the native *Penaeus setiferus* and Pacific *P. vannamei* white shrimp for pond culture in South Carolina, USA. **Journal World Aquaculture**, v. 24, n. 3, p. 295 - 303, 1993.

SANTOS, J. L.; SEVERINO-RODRIGUES, E.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M. Estrutura populacional do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* nas regiões estuarina e marinha da baixada santista, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, n. 34, v. 3, p. 375 - 389, 2008.

SANTOS, M. C. F.; PEREIRA, J. A.; IVO, C. T. C. Sinópse sobre informações sobre a biologia e pesca do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustácea, Decapoda), no nordeste do Brasil. **Boletim Técnico Científico CEPENE**, v. 12, n. 1, p. 149 - 185. 2004.

SANTOS, M. J. M.; VALENTI, W. C. Production of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* and freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* stocked at different densities in polyculture systems in Brazil. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 33, n. 3, p. 369 - 376, 2002.

SCHLECHTRIEM, C.; RICCI, M.; FOCKEN, U.; BECKER, K. Mass produced nematodes *Panagrellus redivivus* as live food for rearing carp larvae: preliminary results. **Aquaculture Reserch**, v. 35, p. 547 - 551, 2004.

SCHRADER, K. K.; GREEN, B. W.; PERSCHBACHER, P. W. Development of phytoplankton communities and common off-flavors in a biofloc technology system used for the culture of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquacultural Engineering**, v. 45, n. 3, p. 118 - 126, nov. 2011.

SCHWANTES, V. S.; DIANA, J. S.; YI, Y. Social, economic, and production characteristics of giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii* culture in Thailand. **Aquaculture**, v. 287, p. 120 - 127, 2009.

SCOPEL, B. R.; SCHVEITZER, R.; SEIFFERT, W. Q.; PIERRI, V.; ARANTES, R. F.; VIEIRA, F. N.; VINATEA, L. A. Substituição da farinha de peixe em dietas para camarões marinhos cultivados em sistema bioflocos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 8, p. 928 - 934, ago. 2011.

SCORVO - FILHO, J. D.; AYROSA, L. M. S.; NOVATO, P. F. C.; DIAS, E. R. A. Efeito da densidade de estocagem sobre o crescimento da tainha listrada (*Mugil platanus*) criada em mono e policultivo com carpa comum (*Cyprinus carpio*) na região do Vale do Ribeira, SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 22, n. 2, p. 85 - 93, 1995.

SCORVO - FILHO, J. D.; DIAS, E. R. A.; AYROZA, L. M. S.; NOVATO, P. F. C. Efeito da densidade sobre o desenvolvimento de alevinos da tainha listrada (*Mugil platanus*) em água doce. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 19, 105 - 109, 1992.

SILVA, C. F.; BALLESTER, E.; MONSERRAT, J.; GERACITANO, L.; WASIELESKY, W. JR.; ABREU, P. C. Contribution of microorganisms to the biofilm nutritional quality: protein and lipid contents. **Aquaculture Nutrition**, v. 14, p. 507 - 514. 2008.

SILVA, L. B.; BARCELLOS, L. J. G.; QUEVEDO, R. M.; SOUZA, S. M. G.; KREUTZ, L. C.; RITTER, F.; FINCO, J. A.; BEDIN, A. C. Alternative species for traditional carp polyculture in southern South America: Initial growing period. **Aquaculture**, v. 255, p. 417 - 428, 2006.

SILVA, M. A. & ARAÚJO, F. G. Distribuição e abundância de tainhas e paratis (Osteichthyes, Mugilidae) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, p. 473 - 480, 2000.

SILVA, U. L.; MELO, F. P.; SOARES, R.; SPANGHERO, D.; CORREIA, E. Efeito da adição do melão na relação carbono/nitrogênio no cultivo de camarão *Litopenaeus vannamei* na fase berçário. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 31, p. 337 - 343, 2009.

SIMÃO, B.; RODRIGO.; BRITO, L. O.; MAIA, A. S. C.; MIRANDA, L. C.; AZEVEDO, C. M. S. B. Stocking densities and feeding strategies in shrimp and tilapia polyculture in tanks. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 8, p. 1088 - 1095, ago. 2013.

SOUZA, B. E.; STRINGUETTA, L. L.; BORDIGNON, A.C.; BOHNENBERGER, L.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Policultivo do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) com a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações peletizada e farelada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 225 - 232, jan./mar. 2009b.

SOUZA, F.; MESSIAS G.; FIALHO, D.; SOARES, R.; CORREIA, E. Crescimento do camarão marinho *Farfantepenaeus subtilis* cultivado em tanques com diferentes protocolos de fertilização orgânica, **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 31, p. 221 - 226, 2009a.

SQUIO, C. R. & ARAGÃO, G. M. F. Estratégias de cultivo para produção dos plásticos biodegradáveis poli (3-hidroxibutirato) e poli (3-hidroxibutirato-co-3-hidroxivalerato) por bactérias. **Química Nova**, v. 27, n. 4, p. 615 - 622, 2004.

STICKLAND, J. H. D. & PARSONS, T. R. **A practical handbook of seawater analysis**. 2. ed. Fishery Research Board Canada. 1972. 311 p.

STONE, N. & McNULTY, E. The effect of stocking and feeding rates on growth and production of feeder goldfish on pools. **North American Journal of Aquaculture**, Bethesda, v. 65, n. 2, p. 82 - 90, 2003.

SZPILMAN, M. **Peixes Marinhos do Brasil: Guia prático de identificação**. Inst. Ecol. Aqualung. Rio de Janeiro, 2000, 288p.

TACON, A. G. J.; CODY, J. J.; CONQUEST, L. D.; DIVAKARAN, S.; FORSTER, I. P.; DECAMP, O. E. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. **Aquaculture Nutrition**, v. 8, p. 121 - 137, 2002.

THOMPSON, F. L.; ABREU, P. C.; WASIELESKY, W. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. **Aquaculture**, v. 203, p. 263 - 278, 2002.

TIAN, X.; LI, D.; DONG, S.; YAN, X.; QI, Z.; LIU, G.; LU, J. An experimental study on closed-polyculture of penaeid shrimp with tilapia and constricted tagelus. **Aquaculture**, v. 202, p. 57 - 71, 2001.

TIZOL, R.; ZARAGOZA, I.; REGUEIRA, E.; ARTILES, M. Evaluation of different foods on reproduction of white shrimp *Penaeus schmitti*. **Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras**, v. 20, n. 2, p. 31 - 34, 1996.

VALENTI, W. C. Aquicultura sustentável. In: Congresso de Zootecnia, 12., 2002. Vila Real, Portugal. **Anais...** Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, 2002. p. 111 - 118, 2002.

VALENTINI, H & PEZZUTTO, P. R. **Análise das principais pescarias comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil com base na Produção Controlada do período 1986-2004**, São Paulo: Instituto Oceanográfico - USP/Série Documentos REVIZEE, 56p, 2006.

VAN WYK, P & SCARPA, J. Water Quality and Management. In: VAN WYK, P et al. (Eds.). **Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems**. Florida: Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee. 1999, p. 128 - 138, cap. 6.

VINATEA, L. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis: UFSC, 1997. 166 p.

VINATEA, L.; GÁLVEZ, A. O.; BRODY, C. L.; STOKES, AL.; VENERO, J.; HAVEMAN, J.; LEWIS, B. L.; LAWSON, A.; SHULER, A.; LEFFLER, J. W. Photosynthesis, water respiration and growth performance of *Litopenaeus vannamei* in a super-intensive raceway culture with zero water exchange: Interaction of water quality variables. **Aquacultural Engineering**, v. 42, n. 1, p. 17 - 24, 2010.

WALTERS, C. J.; WATSON, R.; ZELLER, D. Towards sustainability in world Fisheries. **Nature**, v. 418, p. 689 - 695, 2002.

WAMBACH, X. F. **Influência de diferentes densidades de estocagem no desempenho produtivo de tilápia do nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) cultivada com tecnologia de bioflocos**. 2013.78p. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

WANG, J.; LI, D.; DONG, S.; WANG, K.; TIAN, X. Experimental studies on polyculture in closed shrimp ponds I. Intensive polyculture of Chinese shrimp (*Penaeus chinensis*) with tilapia hybrids. **Aquaculture**, v. 163, n. 1 - 2, p. 11 - 27, 1998.

WASIELESKY JR, W.; ATWOOD, H. ; STOKES, AL.; BROWDY, C. L. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*, **Aquaculture**, v. 258, p. 396 - 403, 2006b.

WASIELESKY JR, W.; EMERENCIANO, M.; BALLESTER, E.; SOARES, R.; CAVALLI, R.; ABREU, P. C. Cultivos em meios com flocos microbianos. **Panorama da Aquicultura**, v. 16, n. 96, p. 14-23, jul./ago. 2006a.

YAMANAKA, N.; GALVÃO, M. S. N.; OLIVEIRA, J. R.; PIMENTEL, C. M. M.; TANJI, S.; SILVA, R. A.; PORTELLA, M. C.; ROJAS, N. E. T.; ABUD, E. 1991. Larvicultura da tainha *Mugil platanus* em Cananéia, São Paulo. In: Encontro Nacional de Pesca e Aquicultura, 1991, Santos. **Resumos...** Santos, 1991, p.96.

YI, Y.; SAELEE, W.; NADITROM, P.; FITZSIMMONS, K. Stocking densities for tilapia-shrimp polyculture in Thailand. In: HARRIS, R.; COURTER, I.; EGNA, H. (Editors), Twenty-First Annual Technical Report. **Aquaculture**, CRSP, Oregon State University, Corvallis, Oregon, 2004, p. 105 - 113.

YUAN, D.; YI, Y.; YAKUPITIYAGE, A.; FITZIMMONS, K.; DIANA, J. S. Effects of addition of red tilapia (*Oreochromis* spp.) at different densities and sizes on production, water quality and nutrient recovery of intensive culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in cement tanks. **Aquaculture**, v. 298, p. 226 - 238, 2010.

ZHUKOVA, N. V. & KHARLAMENKO, V. I. Sources of essential fatty acids in the marine microbial loop. **Aquatic Microbial Ecology**, v. 17, p. 153 - 157, 1999.