

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



**CULTIVO DO CAMARÃO BRANCO *Litopenaeus vannamei*, EM SISTEMA DE
BIOFLOCOS EM VIVEIROS COM DIFERENTES DENSIDADES DE
ESTOCAGEM E UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE SUBSOLO**

CAROLINA MENDES COSTA

FURG

RIO GRANDE / RS

Mai de 2013

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

**CULTIVO DO CAMARÃO BRANCO *Litopenaeus vannamei*, EM SISTEMA DE
BIOFLOCOS EM VIVEIROS COM DIFERENTES DENSIDADES DE
ESTOCAGEM E UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE SUBSOLO**

Carolina Mendes Costa

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

Orientador: Prof. Dr. Luís Henrique Poersch

Co-orientador: Wilson Wasielesky Jr.

Rio Grande-RS – Brasil

Maio, 2013

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO GERAL	5
2.1. Objetivos específicos.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	6
3.1. Local de estudo.....	6
3.2. Delineamento experimental.....	6
3.3. Composição iônica da água do subsolo (EMA)	7
3.4. Parâmetros de qualidade da água do cultivo	8
3.5. Análise da comunidade microbiana presente na água do cultivo.....	8
3.6. Despesca.....	9
3.7. Análise estatística.....	
4. RESULTADO	10
4.1. Parâmetros físico-químicos da água do cultivo.....	10
4.1.1. Compostos nitrogenados e fosfato	13
4.2. Variáveis biológicas	14
4.2.1. Clorofila α	14
4.2.2. Comunidade microbiana	15
4.3. Desempenho zootécnico dos camarões	19
5. DISCUSSÃO.....	21
5.1. Composição iônica da água do subsolo (EMA)	21
5.2. Parâmetros físico-químicos da água do cultivo.....	23
5.3. Desempenho zootécnico dos camarões	27
6. CONCLUSÃO	30
7. BIBLIOGRAFIA.....	31

Lista de tabelas

Tabela 1. Comparação da concentração e relação iônica da água do mar, da água a salinidade 17‰, da água do subsolo (17‰) e o intervalo ideal da concentração dos compostos iônicos para o cultivo de *L. vannamei*.....pg.8

Tabela 2. Valores médios (\pm DP), mínimos e máximos dos parâmetros físico-químicos da água do cultivo para os tratamentos de diferentes densidades de estocagem (100 cam e 150 cam m^{-2}) do camarão *L. vannamei*.....pg.10

Tabela 3. Valores médios (\pm DP) dos parâmetros de desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* cultivado em diferentes densidades de estocagem (100 cam m^{-2} e 150 cam m^{-2}) em viveiros com área de 600 m^{-2} cada.....pg.19

Lista de figuras

Figura 1. Variação do (a) oxigênio dissolvido, (b) temperatura e (c) pH ao longo do experimento, nos tratamentos 100 e 150 cam m^{-2}pg.11

Figura 2. Variação dos (a) sólidos suspensos totais e (b) transparência da água do cultivo durante o período experimental (tratamentos 100 e 150 cam m^{-2}).....pg.12

Figura 3. Variação na concentração de (a) amônia total (N-AT), (b) nitrito (N-NO₂), (c) nitrato (N-NO₃) e (d) fosfato (PO₄) ao longo do experimento, nos tratamentos 100 e 150 cam m^{-2} pg.13

Figura 4. Variação na concentração de clorofila α ao longo do experimento, nos tratamentos 100 e 150 cam m^{-2} pg.14

Figura 5. Percentual dos diferentes grupos de microrganismos (fitoplâncton, protozooplâncton e zooplâncton) estudados ao longo do experimento.pg.15

Figura 6. Variação na abundância total dos microrganismos analisados ao longo do experimento (início, meio e fim), nos tratamentos 100 e 150 cam m^{-2}pg.16

Figura 7. Variação na abundância total de microalgas ao longo do experimento (início, meio e fim), nos tratamentos 100 e 150 cam m^{-2}pg.17

Figura 8. Fotografias ilustrando a presença de (a) flocos microbianos (b) ciliados e clorofíceas, (c) diatomáceas (penadas), (d) rotíferos. Microrganismos observados em ambos os tratamentos. pg.18

Figura 9. (a) Crescimento dos camarões, (b) conversão alimentar aparente (CAA), (c) sobrevivência e (d) produtividade ao longo do experimento nos tratamentos 100 e 150 cam m^{-2}pg.20

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Luis H. Poersch (Mineiro) pela orientação e alguns puxões de orelha.

Ao Prof. Dr. Wilson Wasielesky (Mano) pela co-orientação e conselhos sempre necessários ao longo destes anos no laboratório.

Ao Prof. Dr. Paulo Abreu pelas importantes sugestões neste trabalho.

Ao Dr. Dariano Krummenauer por aceitar o convite para banca examinadora e pela atenção disponibilizada.

Ao Prof. Dr. Walter Quadros Seiffert por fazer parte da banca examinadora.

À CAPES pela bolsa concedida.

Ao Dr. Geraldo, um amigo de caráter admirável, sempre disposto a ensinar, conversar e me encorajar nesta caminhada.

Aos amigos do Projeto Camarão: Fabi, Aline (pela rotina de risos, alegria e desabafos), Julio Zemor (pelas discussões, incansável incentivo e por ter acreditado em mim), Gabi, Gui, Plínio, Gaona, Sandro, Bárbara, Sabrina, Vita, André Braga e Freitas, Alê, Bolinha, Joca, Lu, Diogo, Marcos, Kássio e aos demais colegas e funcionários que fizeram parte do meu dia-a-dia.

Aos meus pais e em especial a vó Luiza, pelo amor mais puro que já conheci!

Muito obrigada!!

RESUMO

Os sistemas intensivos associados ao sistema de bioflocos (BFT), não requerem troca de água, permitem manutenção da qualidade da água do cultivo e proporciona a utilização de elevadas densidades de estocagem. Esta prática envolvendo a formação de floco microbiano e utilização de elevadas densidades de estocagem ainda é pouco explorada comercialmente no Brasil, igualmente ao uso de água de subsolo que é uma alternativa para realizar cultivos em regiões interiores. Os estudos existentes indicam que *L. vannamei* em meio heterotrófico apresenta sobrevivência elevada e produtividade pelo menos cinco vezes maior que nos sistemas tradicionais. O objetivo deste trabalho foi determinar as densidades de estocagem (100 e 150 camarões m⁻²) apropriadas para a região sul do Brasil na engorda do camarão *Litopenaeus vannamei* no sistema de bioflocos (BFT), avaliar os parâmetros de desempenho zootécnico e os parâmetros de qualidade da água. No presente estudo, a composição iônica da água do subsolo e os parâmetros de qualidade de água do cultivo estiveram dentro dos limites aceitáveis para o crescimento e sobrevivência dos camarões. A comunidade microbiana presente foi importante como suplemento na dieta dos animais cultivados, melhorando a taxa de conversão alimentar. As elevadas densidades de estocagem testadas apresentaram diferença estatística na produtividade: 9.900 e 13.700 kg ha⁻¹ para o tratamento 100 e 150 camarões m⁻², respectivamente. Quando utilizado o sistema BFT, estas densidades de estocagem apresentam-se viáveis tanto no desempenho zootécnico dos camarões quanto nos parâmetros de qualidade da água. Entretanto a densidade mais elevada (150 camarões m⁻²) foi mais rentável devido sua maior produtividade.

ABSTRACT

The intensive systems associated to Biofloc Technology (BFT system) does not require exchange water, allow maintenance of water quality and provides the use of higher stocking densities. This practice involving the formation of bioflocs and use of high stocking densities has been little exploited commercially in Brazil, also the use of well water which is an alternative to achieve culture in inland areas. The studies indicates that *L. vannamei* in BFT system presents high survival and productivity at least five times greater than in traditional systems. The aim of this study was to evaluate the parameters of water quality, performance of *L. vannamei* and the culture at higher densities (100 and 150 shrimp m⁻²) appropriate in southern Brazil to grow out shrimp *L. vannamei* in BFT system. In this study, the ionic composition of well water and the parameters of water quality were within acceptable limits for growth and survival of shrimp. The microbial community present was important as a food supplement improving the feed conversion ratio. The high stocking densities tested showed statistical differences in productivity: 9,900 and 13,700 kg ha⁻¹ for the treatment 100 and 150 shrimp m⁻², respectively. When used BFT system, the stocking densities tested presents viable both on the performance of shrimps and to parameters of water quality. However, the higher density (150 shrimp m⁻²) was more cost effective due to their increased productivity.

1. INTRODUÇÃO

Os países com maior produção da carcinicultura estão localizados no continente asiático: China, Tailândia, Indonésia e Vietnã. No Brasil, o cultivo de camarões é um importante ramo aquícola, encontrando-se em franca expansão com a produção de aproximadamente 75 mil toneladas no ano de 2012 (FAO 2012). De acordo com Poersch *et al.* (2006), o nordeste do país distinguiu-se como maior região produtora, com mais de 95% do camarão cultivado no Brasil. A espécie mais cultivada mundialmente é o camarão *Litopenaeus vannamei* que possui grande aceitação de mercado e alta taxa de crescimento no ambiente de cultivo (Andreatta & Beltrame 2004).

Os sistemas de produção utilizados na aquicultura podem ser qualificados como extensivos, semi-intensivos, intensivos e superintensivos. O que diferencia estes sistemas é a quantidade de ração fornecida, atrelada ao aumento das densidades de estocagem dos organismos cultivados (Samocha 2003). Para assegurar a qualidade da água, em sistemas intensivos, a renovação constante de água é um recurso muito utilizado, porém ocasiona liberação de efluentes ricos em fósforo, nitrogênio e matéria orgânica que podem causar prejuízos ao meio ambiente (Lacerda *et al.* 2006).

Uma forma de não comprometer o meio ambiente adjacente é associar os cultivos intensivos e superintensivos ao sistema de bioflocos (BFT), pois este permite a manutenção da qualidade da água do cultivo, promove o crescimento dos camarões e proporciona a utilização de elevadas densidades de estocagem. (Hari *et al.* 2004, Avnimelech 2006). O uso do sistema de bioflocos (BFT) possibilita menor utilização de água, quando comparado a cultivos convencionais (Wasielesky *et al.* 2006a), diminuição da emissão de efluentes, maior biossegurança, reduzindo os impactos ambientais (Hopkins *et al.* 1995, Browdy *et al.* 2001, Decamp *et al.* 2003), além de reciclar a ração não consumida e ser um suplemento a dieta dos camarões (McIntosh *et al.* 2000, Moss *et al.* 2001, Schryver *et al.* 2008).

A formação dos bioflocos é baseada na adição de carbono no ambiente de cultivo, no qual a razão Carbono: Nitrogênio (C:N) alterada pelo acúmulo de nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato), é manipulada proporcionando assim o crescimento de bactérias heterotróficas que convertem o nitrogênio inorgânico em proteína microbiana (Avnimelech 1999). Nos bioflocos estão presentes protozoários, microalgas, cianobactérias, fezes, exoesqueletos e metazoários (Emerenciano *et al.* 2007, Ballester *et al.* 2009).

A implantação do sistema de bioflocos possui um custo mais elevado que os sistemas convencionais devido ao custo na construção das estruturas físicas e aquisição de equipamentos. Porém este aumento no custo pode ser compensado pela elevada produtividade alcançada (Boyd & Clay 2002). Apesar de pesquisas indicando que o uso de elevadas densidades podem resultar na ocorrência de canibalismo e competição por espaço ou alimento (Preto *et al.* 2005, Krummenauer *et al.* 2006, Otoshi *et al.* 2007), o cultivo de *L. vannamei* em meio heterotrófico apresenta sobrevivências elevadas. McIntosh (2000) afirma que a formação dos flocos microbianos está relacionada com as densidades de estocagem dos camarões, sendo que densidades menores que 100 camarões m⁻² não propiciam a formação dos flocos.

A utilização de elevadas densidades de estocagem envolvendo a formação de flocos microbianos ainda é pouco explorada comercialmente no Brasil, pois a maior parte das fazendas de camarões no país utilizam sistemas de cultivo semi-intensivos, com densidades entre 10 a 30 camarões m⁻² (Ostrensky & Barbieri 2002). No final da década de 90, o aumento da produção era decorrente da expansão das áreas das fazendas (Hargreaves 2006). Atualmente, assim como ocorreu com a agricultura, o aumento da produtividade, implica em utilização de elevadas densidades (Peterson & Griffith 1999, Otoshi *et al.* 2006, Mishra *et al.* 2008).

No sul do Brasil, Krummenauer *et al.* (2011) recomendaram a densidade de 300 camarões m⁻² para as práticas de cultivo em estufas, em sistema BFT, tendo esta melhor desempenho zootécnico em relação a outras densidades de estocagem testadas (150 e 450 camarões m⁻²). Para o cultivo de *L. vannamei* em viveiros utilizando sistema BFT, propõe-se densidades acima de 100 camarões m⁻² (Burford *et al.* 2003, Burford *et al.* 2004). Embora esta espécie alcance boa sobrevivência e crescimento em elevadas densidades de estocagem (Treece 2000), alguns fatores importantes devem ser considerados como a disponibilidade de alimento, comportamento do animal cultivado e qualidade da água (Otoshi *et al.* 2007).

Os camarões marinhos, são tradicionalmente cultivados em águas costeiras ou estuarinas, porém, em vários países, tais como Austrália, EUA, China, Índia, Brasil, existem empreendimentos de produção em regiões interiores (Boyd & Thunjai 2003), sendo que alguns fazem uso da água do subsolo na maior parte de seus cultivos (Davis *et al.* 2004). O cultivo de camarões marinhos em regiões interiores ou cultivo “inland” como também é conhecido, é em sua maior parte baseado no uso de água do subsolo (Allan *et al.* 2001, Saoud *et al.* 2003, Roy *et al.* 2007b). As águas subterrâneas podem

ser encontradas na maioria dos ambientes, utilizando técnicas de exploração apropriadas, sendo muitas vezes localizadas próximas às propriedades e a baixo custo (MacDonald & Calow 2009). Devido a elevadas precipitações em algumas regiões que resultam em deposição de sais e também a penetração de água salgada nas zonas costeiras, estas águas subterrâneas podem apresentar algum teor de salinidade (Boyd *et al.* 2009).

Nos Estados Unidos da América, este tipo de cultivo utilizando salinidades entre 1 à 15‰ é popular e funcional em alguns estados como Arizona, Arkansas, Flórida, Michigan, Carolina do Sul, Texas e Alabama (Samocha *et al.* 2002, Davis *et al.* 2004, Roy *et al.* 2010). De acordo com Whitis (2007), no estado do Alabama (EUA), a prática de cultivo de *L. vannamei* utilizando água do subsolo sustenta-se há mais de dez anos com uma produção média anual de 135 toneladas de camarões. Na China, até o ano de 2003, a maior parte das fazendas já situavam-se em regiões interiores utilizando água subterrânea (Liu *et al.* 2004). No México, esta atividade encontra-se em desenvolvimento. Além de ser uma fonte de renda para comunidades próximas, possui menor custo de terras, aumenta a biossegurança contra doenças) e juntamente com a prática de sistemas integrados promove a conservação ambiental (Valenzuela *et al.* 2002, Jory 2002, Pardo *et al.* 2006, González-Félix *et al.* 2007, Godínez-Siordia *et al.* 2011).

Nos países da América Latina, existem poucas informações sobre a carcinicultura marinha utilizando água do subsolo (Nunes & Lopez 2001, Figueiredo *et al.* 2003, Roy *et al.* 2010). Na região nordeste do Brasil (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Piauí) há algumas fazendas de médio e pequeno porte operando em ambientes de baixa salinidade, ocupando mais de 400 hectares no ano de 2004 (Figueiredo *et al.* 2006, Miranda *et al.* 2008), porém, não há registros oficiais sobre o estado atual de produção.

Apesar da possibilidade de utilização das águas de baixa salinidade para cultivos afastados da costa, deve-se ter atenção quanto ao perfil iônico da água, uma vez que sua composição difere da água do mar. Pesquisadores ressaltam que a composição iônica da água é mais importante do que a própria salinidade (Saoud *et al.* 2003, Zhu *et al.* 2004 e 2006, Esparza-Leal *et al.* 2009). Os camarões marinhos requerem concentrações específicas de bicarbonatos, sulfatos, cloretos, cálcio, magnésio, sódio e potássio (Boyd *et al.* 2002). Entre os íons necessários que devem estar presentes adequadamente na água de cultivo são o potássio (K) e o magnésio (Mg), que participam de importantes

processos fisiológicos do animal (Boyd & Thunjai 2003). A deficiência destes íons podem comprometer o crescimento e sobrevivência dos camarões (Davis *et al.* 2005). Sendo assim, as proporções entre os diferentes íons podem aumentar ou diminuir a sobrevivência e retardar o crescimento, gerando exoesqueletos fracos (Laramore *et al.* 2001, Boyd *et al.* 2002,). Portanto, as águas subterrâneas de baixa salinidade devem ter as proporções iônicas similares aos níveis da água do mar, diluída na mesma proporção para ser adequada ao cultivo dos camarões (Atwood *et al.* 2003, Davis *et al.* 2004).

Deste modo, explorar a intensificação da produção elevando as densidades de estocagem é importante economicamente desde que seja ambientalmente viável. Sendo assim, o presente estudo propõe comparar duas densidades intensivas de cultivo de *L. vanammei* em viveiros revestidos, utilizando água do subsolo e em sistema de flocos microbianos (BFT).

1. OBJETIVO GERAL

Comparar o desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* utilizando diferentes densidades de estocagem em meio de cultivo com flocos microbianos em viveiros utilizando água de subsolo.

2.1. Objetivos específicos

- Avaliar o efeito das densidades de estocagem: 100 e 150 camarões m⁻², do camarão branco nos parâmetros zootécnicos (crescimento, taxa de conversão alimentar, produtividade e sobrevivência) e nos parâmetros de qualidade da água.
- Analisar o efeito das diferentes densidades de estocagem na variação da comunidade microbiana.

2. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de estudo

O experimento foi realizado na Estação Marinha de Aquacultura (EMA), do Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, localizado na cidade do Rio Grande, RS, Brasil.

3.2. Delineamento experimental

O experimento foi composto por dois tratamentos que foram as seguintes densidades de estocagem: 100 e 150 camarões m^{-2} , correspondente a 60.000 e 90.000 indivíduos, respectivamente. Cada tratamento, (nomeados aqui como 100 e 150 cam m^{-2}) utilizou três viveiros com área de 600 m^2 cada, revestidos com mantas de polietileno de alta densidade (PEAD). As unidades experimentais foram escolhidas aleatoriamente e a água utilizada para o enchimento dos viveiros foi proveniente do subsolo (nove metros de profundidade). O bombeamento desta água foi realizado através de uma bomba Jacuzzi - 7,5 HP (modelo 75 JM3-T). Para manutenção de nível dos viveiros e reposição de elementos traço na água do cultivo foi utilizado 1% de água marinha do valor da área de cada viveiro. Os flocos microbianos inoculados foram retirados de um cultivo em andamento em sistema BFT na EMA/IO/FURG. O tanque do qual foi retirado o inóculo apresentava área de 70 m^2 e densidade de 300 camarões m^{-2} , sendo que os bioflocos encontravam-se com os processos de nitrificação estabilizados. Neste tanque foi utilizada uma bomba submersa Resun® - 230W (modelo Flow 8.500) e uma mangueira para transferência do inóculo até os viveiros experimentais (1000 L inóculo/viveiro). Para manutenção do floco microbiano ao longo do experimento utilizou-se o melão como fonte de carbono de acordo com a metodologia de Avnimelech (1999) e Ebeling *et al.* (2006), sendo mantida a relação C:N= 20:1. A aeração artificial foi utilizada continuamente, através de aeradores do tipo *paddle wheel* (Trevisan®), na potência de 20 HP ha^{-1} . O experimento teve duração de 105 dias, de janeiro à abril de 2011.

Os náuplios de *L. vannamei* foram adquiridos da empresa Aquatec (Rio Grande do Norte) e mantidos no setor de larvicultura da EMA até atingirem o estágio de pós-larva (PL). Após o completo enchimento dos viveiros com água do subsolo e a inoculação do floco microbiano, as PL's foram aclimatadas e transferidas do laboratório de larvicultura para os viveiros com peso inicial de 0,08 g \pm 0,03 (PL40). Os camarões foram alimentados três vezes ao dia, com ração comercial Guabi® (Potimar 40J

contendo 40% de proteína bruta) até atingir peso de 1,0 g. Para a fase de engorda foi utilizada a ração comercial Guabi® (Potimar Active contendo 38% de proteína bruta). A taxa de arraçoamento calculada inicialmente foi de 60% da biomassa dos camarões, sendo este valor reajustado após cada biometria até o final do experimento de acordo com as tabelas de Jory *et al.* (2001) e bandejas de alimentação foram utilizadas para controlar as sobras de ração. As biometrias foram realizadas semanalmente, onde 50 camarões de cada viveiro foram coletados para mensurar ganho de peso e ajustar o consumo alimentar. Foi adicionado probiótico (INVE®) semanalmente de acordo com normas do fabricante para os dois tratamentos (100 e 150 cam m⁻²).

3.3. Composição iônica da água do subsolo (EMA)

No início do experimento foi analisada a concentração da composição iônica da água do subsolo da Estação Marinha – EMA no laboratório (LAQUI) da Universidade de Santa Maria, utilizando um fotolorímetro (WTW Photolab S6) e kits de análise específico para cada elemento iônico. Na tabela 1, estão apresentados os principais íons que devem estar presentes na água para o cultivo de *L. vannamei*, assim como a concentração e relação iônica destes compostos na água do mar, a concentração iônica ótima requerida a salinidade 17‰, a concentração iônica encontrada na água do subsolo (17‰) - (EMA) e o intervalo ideal destes íons para o cultivo de *L. vannamei* quando utilizada água de subsolo (Boyd *et al.* 2002). Para calcular a concentração ótima dos principais íons à salinidade 17‰, seguiu-se a recomendação de Boyd & Thunjai (2003): os fatores de conversão de cada íon podem ser multiplicados pela salinidade da água requerida (17‰) para resultar na concentração iônica equivalente à água do mar (Goldberg 1963) diluída a mesma salinidade. Os valores médios da alcalinidade e dureza total encontrados na água do subsolo (EMA) foram de 265 mg CaCO₃ L⁻¹ e 1.784 mg L⁻¹, respectivamente.

Tabela 1. Comparação da concentração e relação iônica da água do mar, da água a salinidade 17‰, da água do subsolo (17‰) e o intervalo ideal da concentração dos compostos iônicos para o cultivo de *L. vannamei*.

Íons (mg L ⁻¹)	Salinidade 35‰	Salinidade 17‰	Água subsolo (17‰) EMA	Intervalo ideal Boyd <i>et al.</i> 2002
Na ⁺	304,5	5.176,5	2.000	401 - 2.210
Ca ²⁺	11,6	197,2	70,7	11 - 296
Mg ²⁺	39,1	664,7	13,9	3 - 64
K ⁺	10,7	181,9	100	4 - 12,4
Cl ⁻	551	9.367	3.716	380 - 4.009
Relação iônica				
Na:K	28,4:1	28,4:1	20:1	
Ca:K	1,08:1	1,08:1	0,7:1	
Mg:Ca	3,4:1	3,4:1	0,20:1	
Mg:K	3,65:1	3,65:1	0,14:1	

3.4. Parâmetros de qualidade da água do cultivo

O oxigênio dissolvido, temperatura e pH foram monitorados duas vezes ao dia, pela manhã e final da tarde, e a salinidade três vezes por semana com um aparelho multiparâmetros (YSI® Modelo 556). O volume do floco microbiano foi quantificado semanalmente por meio de cone Imhoff, conforme descrito por Eaton *et al.* (1995) adaptado por Avnimelech (2007). Para determinação da transparência da água, semanalmente utilizou-se o Disco de Secchi. A avaliação da concentração dos sólidos suspensos totais foi realizada semanalmente de acordo com a metodologia adaptada de Strickland & Parsons (1972). Três vezes por semana foram coletadas amostras para quantificar as concentrações de amônia, utilizando a metodologia da UNESCO (1983). As análises de nitrito, nitrato e fosfato foram realizadas semanalmente utilizando metodologia adaptada de Strickland & Parsons (1972).

3.5. Análise da comunidade microbiana presente na água do cultivo

Foram coletadas amostras de água de cada viveiro semanalmente para análise de clorofila *a*, na qual 20 ml de cada amostra foi filtrada e armazenada por 24 horas à -12 °C em frascos contendo acetona 90%. A concentração da clorofila *a* foi determinada por fluorimetria (Welschmeyer 1994). Para a caracterização dos microrganismos, amostras

de água do cultivo foram fixadas em formalina (4%) e posteriormente contados utilizando microscópio invertido Zeiss Axiovert com magnificação 400 x, no qual alíquotas de 0,5 ml de amostra foram colocadas em câmara de sedimentação e contados 50 campos aleatórios (Utermöhl 1958). As análises de clorofila *a* e as contagens dos microrganismos foram realizadas no Laboratório de Ecologia do Fitoplâncton e de Microrganismos Marinhos da FURG.

3.6. Despesca

Após 105 dias do cultivo, foram realizadas as despescas, sendo o arraçoamento suspenso no dia anterior. A drenagem de cada viveiro foi realizada abrindo a comporta, local onde estava preparada uma rede tipo bag net para captura dos animais. Foram separados 100 indivíduos em cada despesca para a biometria final. Os camarões despescados passaram por um processo de lavagem em água doce e gelo, para assepsia e choque térmico, respectivamente. Por fim, os camarões foram acondicionados em sacos plásticos e armazenados em freezers.

3.7. Análise estatística

Os valores médios obtidos após a realização do experimento nas diferentes densidades de cultivo (100 e 150 camarões m⁻²) em relação ao desempenho zootécnico dos camarões (sobrevivência, crescimento, CAA, produtividade) e parâmetros de qualidade da água foram submetidos ao teste “*t*” de Student após ser constatada homocedasticidade e normalidade dos dados.

3. RESULTADO

4.1. Parâmetros físico-químicos da água do cultivo

Os valores médios (\pm desvio padrão), valores mínimos e máximos dos parâmetros físico-químicos da água do cultivo durante os 105 dias de experimento são apresentados na tabela 2 e não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos.

Tabela 2. Valores médios (\pm DP), mínimos e máximos dos parâmetros físico-químicos da água do cultivo para os tratamentos de diferentes densidades de estocagem (100 cam e 150 cam m^{-2}) do camarão *L. vannamei*.

Parâmetros	Tratamento 100 cam m^{-2}	Tratamento 150 cam m^{-2}
Oxigênio dissolvido ($mg L^{-1}$)	8,34 \pm 2,57 (7,14) - (10,75)	8,09 \pm 2,48 (7,27) - (9,17)
Temperatura ($^{\circ}C$)	24,19 \pm 1,92 (18,89) - (28,17)	24,17 \pm 1,88 (19,39) - (28,40)
pH	8,02 \pm 0,29 (7,60) - (8,69)	8,09 \pm 0,25 (7,61) - (8,77)
Alcalinidade ($mg CaCO_3 L^{-1}$)	178,05 \pm 15,56 (161,67) - (220,00)	200,70 \pm 23,72 (185,00) - (230,00)
Salinidade %	20,80 \pm 1,36 (17,21) - (22,31)	20,83 \pm 1,39 (17,64) - (22,46)
Sólidos sedimentáveis ($ml L^{-1}$)	1,58 \pm 1,08 (0,93) - (2,30)	2,79 \pm 2,18 (0,67) - (3,73)
Transparência da água (cm)	35,96 \pm 6,15 (19,17) - (100,00)	27,77 \pm 5,77 (13,67) - (80,00)
Sólidos suspensos totais ($mg L^{-1}$)	401,4 \pm 197 (121,67) - (1125,00)	483 \pm 289 (147) - (1510,00)
NAT ($mg L^{-1}$)	0,58 \pm 0,57 (0,00) - (2,47)	0,50 \pm 0,70 (0,00) - (2,04)
NO ₂ ($mg L^{-1}$)	0,58 \pm 0,77 (0,00) - (3,53)	1,36 \pm 1,60 (0,00) - (3,95)
NO ₃ ($mg L^{-1}$)	1,80 \pm 1,24 (0,41) - (4,87)	1,66 \pm 0,91 (0,00) - (5,86)
PO ₄ ($mg L^{-1}$)	0,35 \pm 0,26 (0,00) - (1,28)	0,44 \pm 0,22 (0,00) - (1,25)

NAT=nitrogênio amoniacal total, NO₂=nitrito, NO₃=nitrato, PO₄=fosfato

A concentração média de oxigênio dissolvido (Figura 1a) manteve-se em 8,34 mg L⁻¹ para o tratamento 100 cam m⁻² e 8,09 mg L⁻¹ para o tratamento 150 cam m⁻². Quanto a temperatura, foi observado decréscimo no decorrer do experimento chegando a registrar média de 19 °C para ambos os tratamentos nas duas últimas semanas. O pH variou ao longo do tempo apresentando valores médios de 8,02 e 8,09 para o tratamento 100 cam m⁻² e 150 cam m⁻², respectivamente.

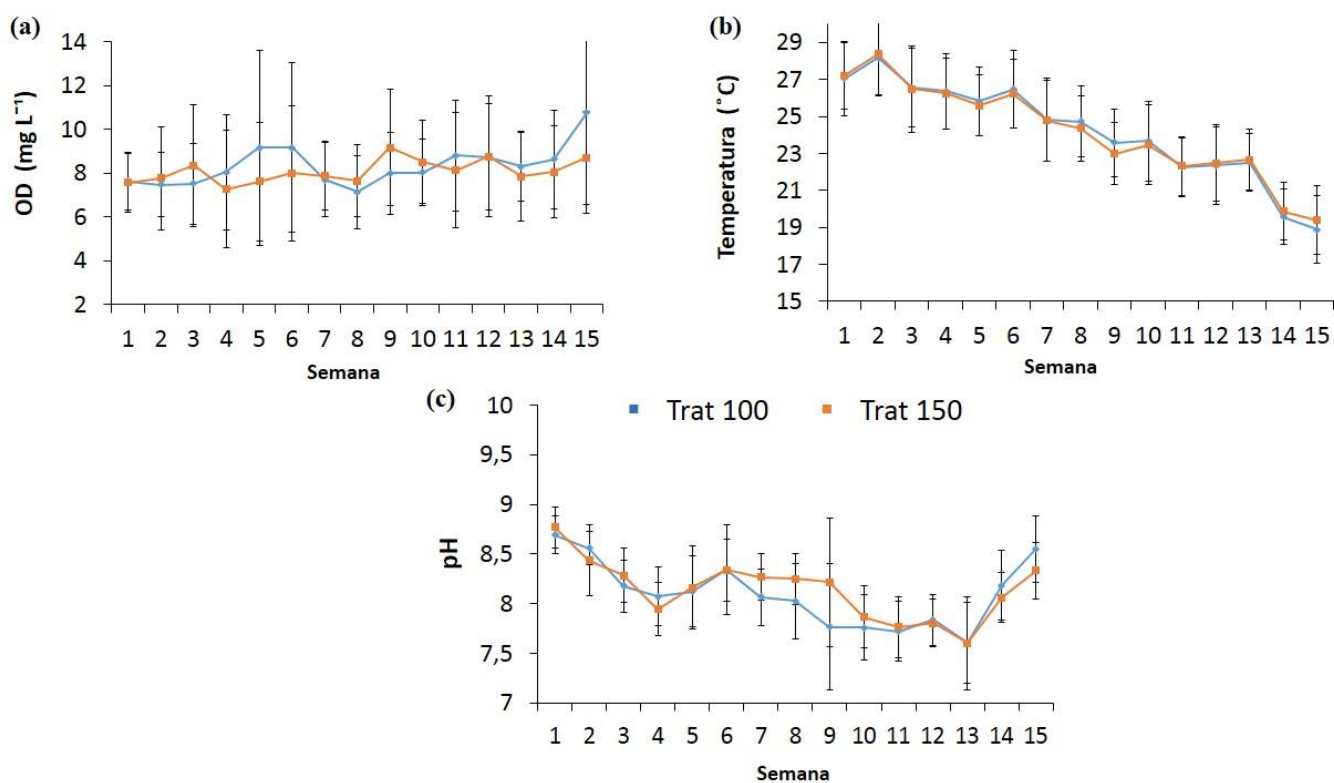


Figura 1. Variação do (a) oxigênio dissolvido, (b) temperatura e (c) pH ao longo do experimento, nos tratamentos 100 e 150 cam m⁻². As barras verticais representam o desvio padrão.

As concentrações médias de sólidos suspensos totais foram de 401,4 mg L⁻¹ para o tratamento 100 cam m⁻² e 483 mg L⁻¹ para o tratamento 150 cam m⁻². Os valores de transparência da água do cultivo foram diminuindo gradativamente permanecendo com valores médios de 35,96 cm para o tratamento 100 cam m⁻² e 27,77 cm para o tratamento 150 cam m⁻².

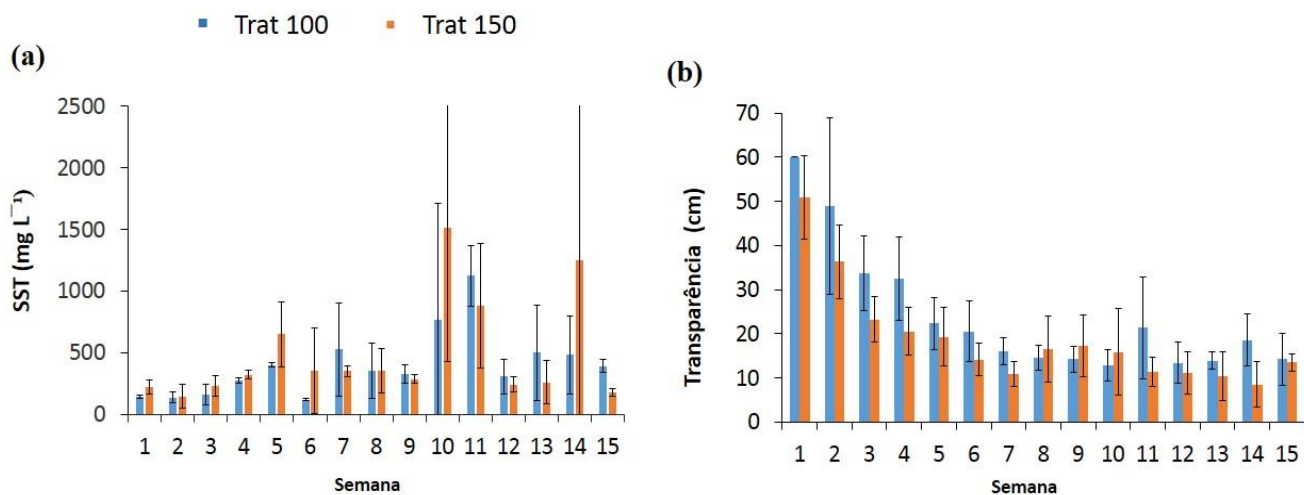


Figura 2. Variação dos (a) sólidos suspensos totais e (b) transparência da água do cultivo durante o período experimental nos tratamentos 100 e 150 cam m⁻². As barras verticais representam o desvio padrão.

4.1.1. Compostos nitrogenados e fosfato

Na figura 3, observa-se nos dois tratamentos as concentrações de amônia mais elevadas no início do estudo, posteriormente o aumento das concentrações de nitrito e no final do experimento o aumento das concentrações de nitrato como previsto nos processos normais de nitrificação. As concentrações de fosfato aumentaram no decorrer do experimento em ambos os tratamentos.

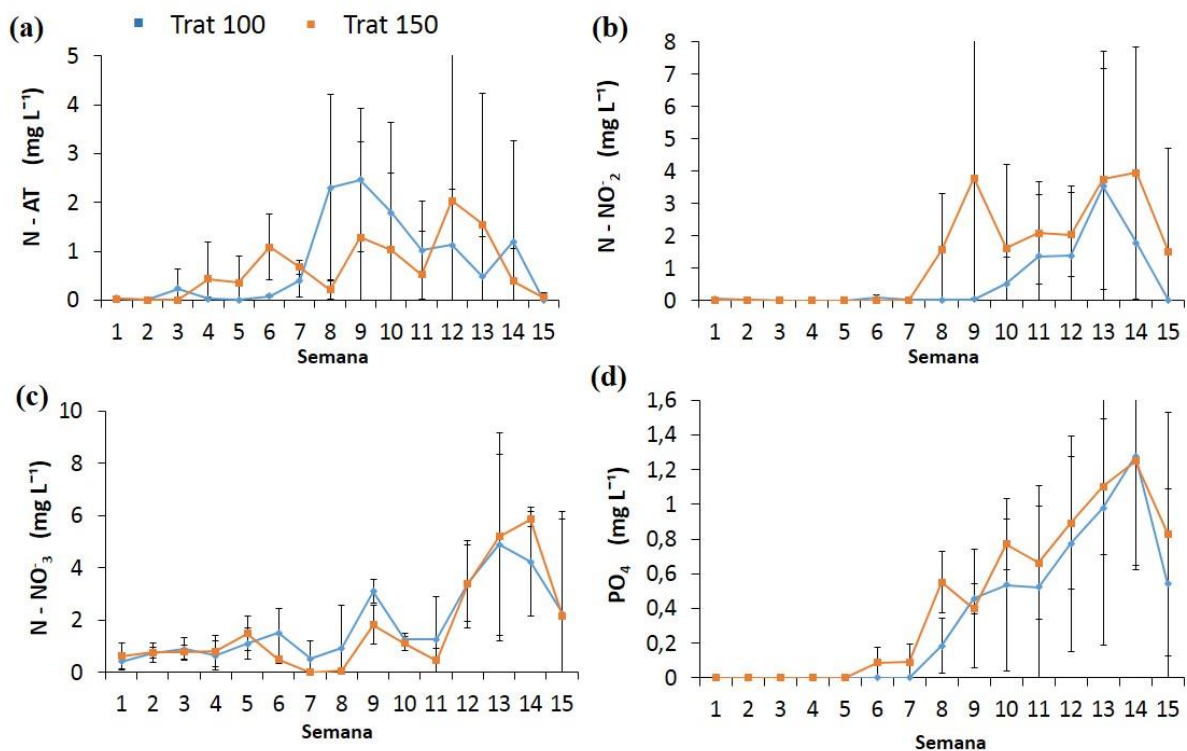


Figura 3. Variação na concentração de (a) amônia total (N-AT), (b) nitrito (N-NO₂), (c) nitrato (N-NO₃) e (d) fosfato (PO₄) ao longo do experimento, nos tratamentos 100 e 150 cam m⁻². As barras verticais representam o desvio padrão.

4.2. Variáveis biológicas

4.2.1. Clorofila α

O valor médio de clorofila α no tratamento 100 cam m^{-2} foi de $211 \mu g L^{-1}$ (± 139) apresentando um pico nas últimas semanas. No tratamento 150 cam m^{-2} , ocorreu um pico na concentração de clorofila α na quarta semana e a partir da nona semana a concentração estabilizou até o final do experimento, apresentando média final de $282 \mu g L^{-1}$ ($\pm 102,22$). Não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$).

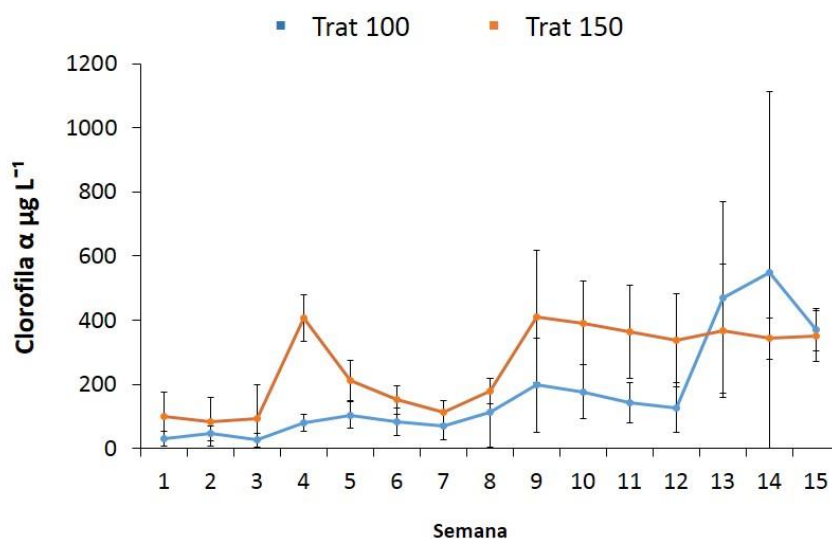


Figura 4. Variação na concentração de clorofila α ao longo do experimento, nos tratamentos 100 e 150 cam m^{-2} . As barras verticais representam o desvio padrão.

4.2.2. Comunidade microbiana

A comunidade microbiana estudada foi composta por fitoplâncton, protozooplâncton e zooplâncton. Uma visualização geral da abundância dos microrganismos presentes na água em ambos os tratamentos estão representados na figura 5. No tratamento 100 cam m^{-2} houve predomínio de diatomáceas (53%) e clorofíceas (39%), enquanto que no tratamento 150 cam m^{-2} as clorofíceas foram verificadas em maior concentração (89%).

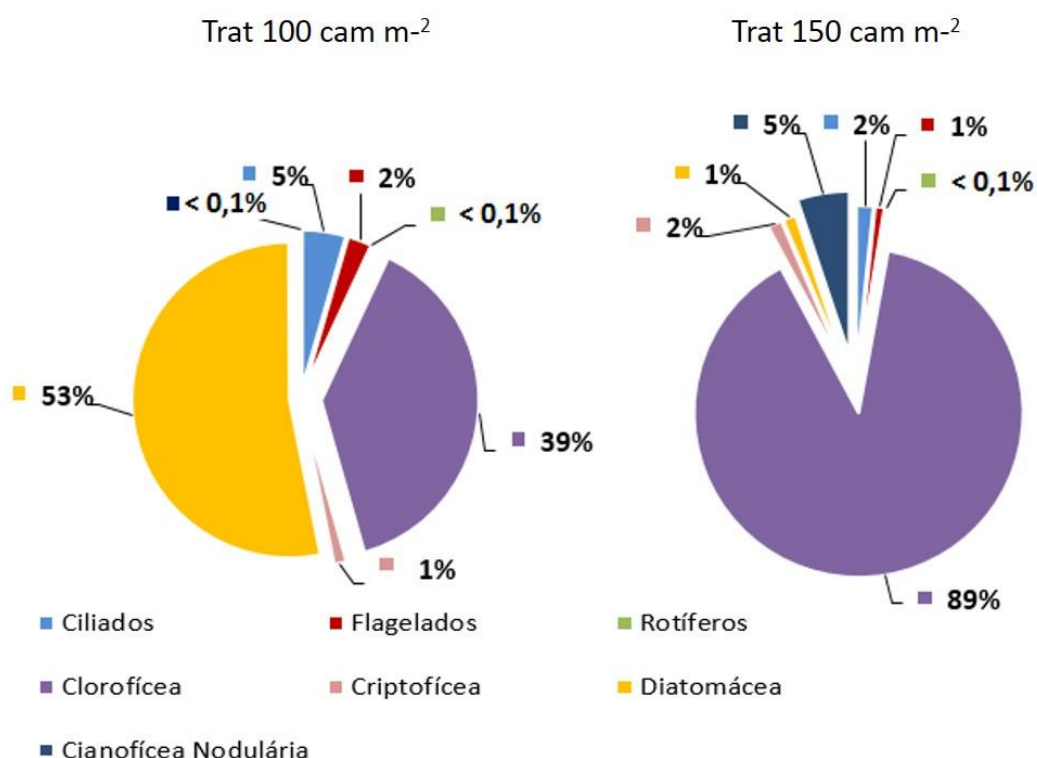


Figura 5. Percentual dos diferentes grupos de microrganismos (fitoplâncton, protozooplâncton e zooplâncton) estudados ao longo do experimento.

Na figura 6, estão demonstradas a concentração dos microrganismos (ciliados e flagelados) em ambos os tratamentos. As datas de contagem dos microrganismos correspondem aos períodos de início, meio e fim do experimento. O tratamento 100 cam m^{-2} apresentou maior abundância destes microrganismos do que no tratamento 150 cam m^{-2} . Para ambos os tratamentos houve maior abundância de ciliados e flagelados na primeira data analisada e estes grupos sofreram redução ao longo do tempo.

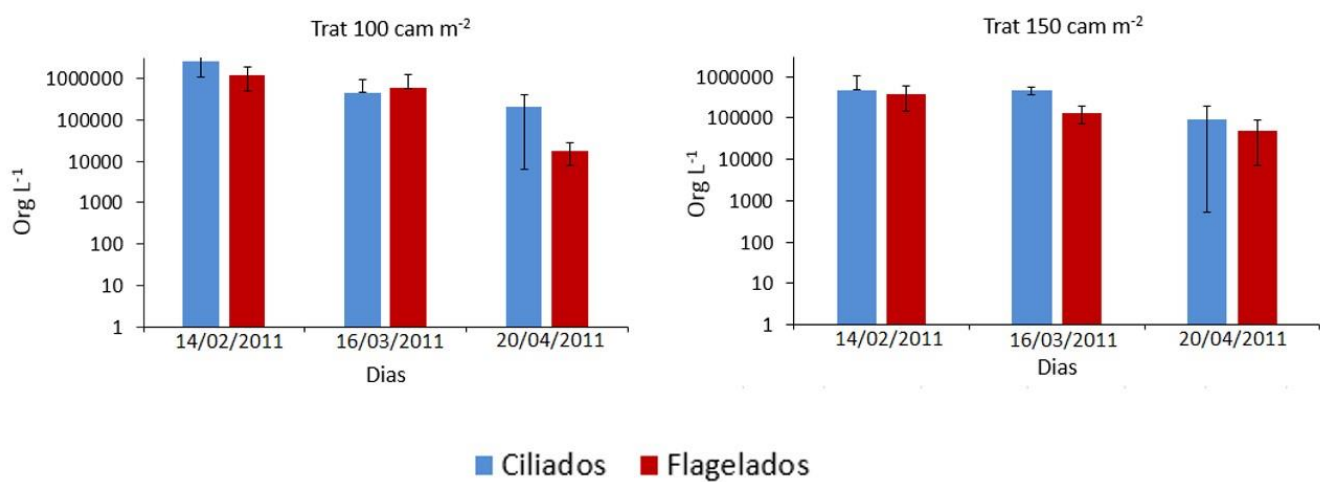


Figura 6. Variação na abundância total dos microrganismos analisados ao longo do experimento (início, meio e fim), nos tratamentos 100 e 150 cam m^{-2} .

Na figura 7, estão apresentados os dados de abundância de microalgas encontradas em ambos os tratamentos. Verificou-se que no tratamento 100 cam m⁻² as diatomáceas foram mais abundantes do que no tratamento 150 cam m⁻² e prevaleceram em menor quantidade na última data analisada, diferentemente das clorofíceas que tiveram um aumento de sua biomassa do meio para o fim do experimento. As clorofíceas predominaram no tratamento 150 cam m⁻² desde a data inicial até a data final analisada.

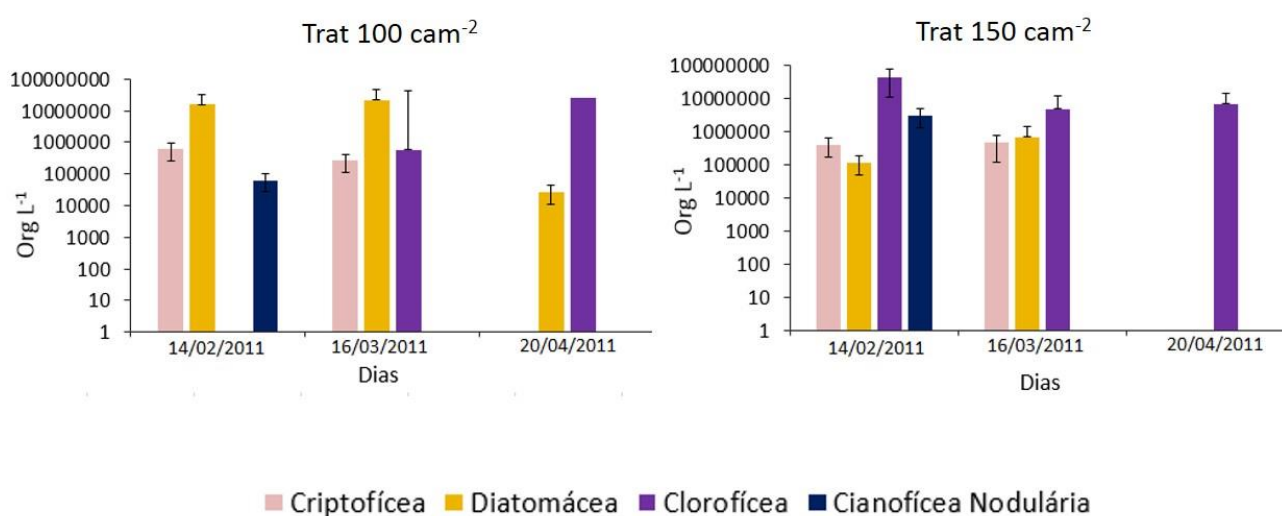


Figura 7. Variação na abundância total de microalgas ao longo do experimento (início, meio e fim), nos tratamentos 100 e 150 cam m⁻².

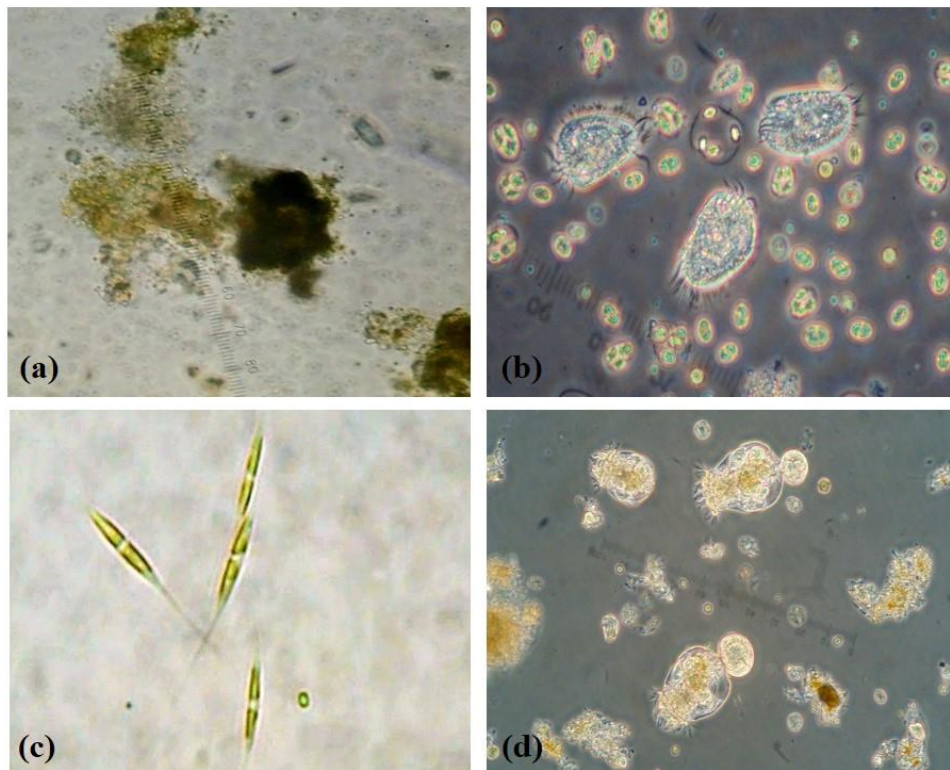


Figura 8. Fotografias ilustrando a presença de (a) flocos microbianos (b) ciliados e clorófitas, (c) diatomáceas (penadas), (d) rotíferos. Microrganismos observados em ambos os tratamentos. ($10\ \mu\text{m}$). (40 x).

4.3. Desempenho zootécnico dos camarões

Os parâmetros de desempenho zootécnicos podem ser visualizados na tabela 3.

Tabela 3. Valores médios (\pm DP) dos parâmetros de desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* cultivado em diferentes densidades de estocagem (100 cam m^{-2} e 150 cam m^{-2}) em viveiros com área de 600 m^{-2} cada. Letras diferentes indicam diferença significativa (P-valor < 0,05).

Desempenho zootécnico	Tratamento 100 cam m^{-2}	Tratamento 150 cam m^{-2}
Peso inicial (g)	0,08 \pm 0,03	0,08 \pm 0,03
Peso final (g)	10,05 \pm 1,41	10,50 \pm 1,46
Ganho peso semanal (g/s)	0,67 \pm 0,02	0,7 \pm 0,11
CAA	1,20 \pm 0,04	1,32 \pm 0,16
Biomassa final (kg)	596,2 \pm 8,9 ^a	823 \pm 32,5 ^b
Sobrevivência (%)	97% \pm 2,5	88% \pm 18
Produtividade (kg m^{-2})	0,99 \pm 0,01 ^a	1,36 \pm 0,07 ^b
Produtividade (kg ha^{-1})	9.900 \pm 173 ^a	13.700 \pm 707 ^b

Os valores de peso final e ganho de peso semanal foram semelhantes em ambos os tratamentos. Na figura 9, observa-se que a conversão alimentar aparente e a sobrevivência não demonstraram diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto a maior produtividade foi encontrada no tratamento 150 cam m^{-2} (P<0,05).

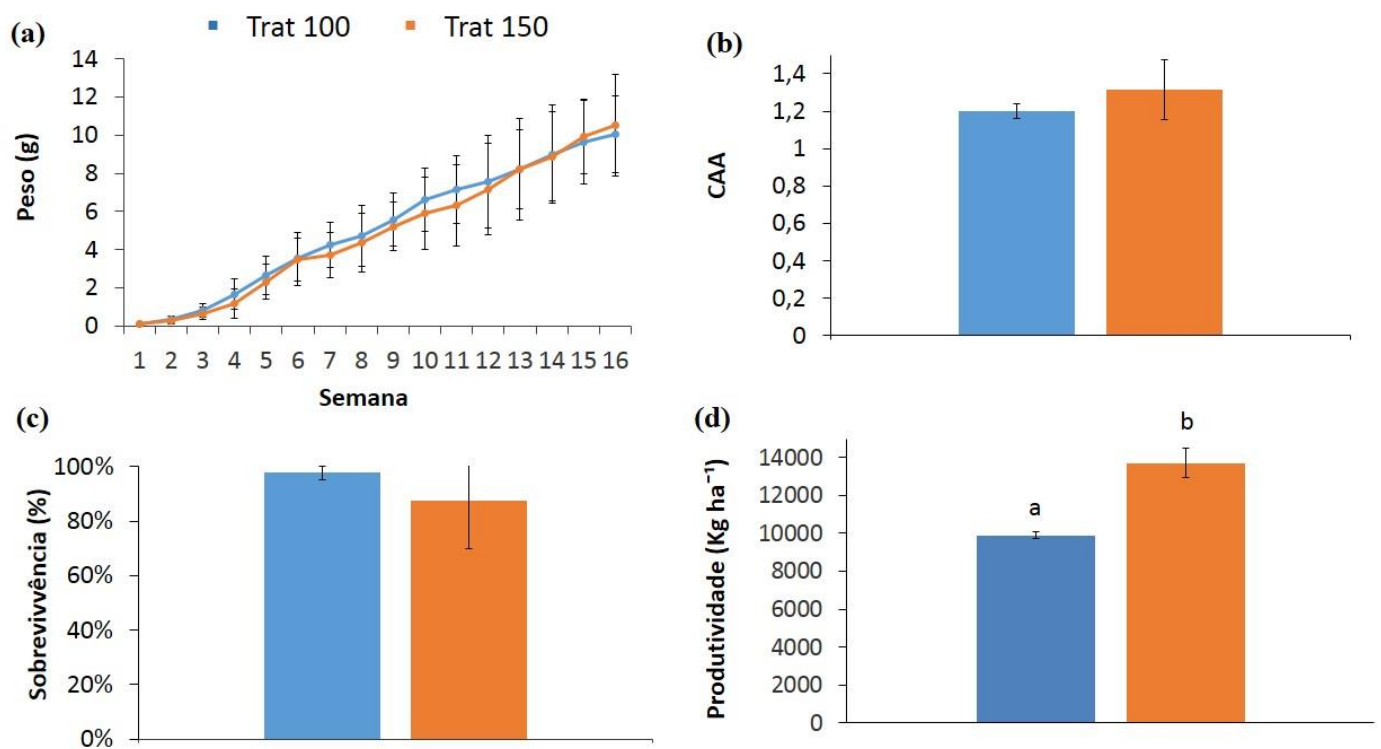


Figura 9. (a) Crescimento dos camarões, (b) conversão alimentar aparente (CAA), (c) sobrevivência e (d) produtividade ao longo do experimento nos tratamentos 100 e 150 cam m⁻². As barras verticais indicam o desvio padrão.

5. DISCUSSÃO

5.1. Composição iônica da água do subsolo (EMA)

Boyd *et al.* (2002) afirmaram que os camarões requerem concentrações específicas dos principais ânions (bicarbonatos, sulfatos e cloretos) e dos principais cátions (cálcio, magnésio, sódio e potássio). Por isso, é recomendado determinar a concentração destes íons e compará-los com o perfil iônico da água do mar e a água utilizada no cultivo, uma vez que a composição iônica adequada favorece o desenvolvimento dos organismos cultivados (Godinez-Siordia *et al.* 2011).

O cálculo de conversão para cada íon de acordo com a salinidade determinada (Boyd & Thunjai 2003) demonstra que apesar dos valores de alguns elementos iônicos (Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+}) encontrados na água do subsolo (tabela 1) estarem abaixo dos valores requeridos a salinidade 17‰, os mesmos encontram-se dentro do intervalo ideal conforme Boyd *et al.* 2002 (tabela 1) para o bom desempenho zootécnico dos camarões quando utilizada a água de subsolo. Balbi *et al.* (2005), relataram sobrevivências elevadas (86 à 98%) utilizando água subterrânea com salinidade 3‰ e composição iônica semelhante aos valores do presente estudo, exceto para Mg^{2+} (1,40 mg L⁻¹).

A água de subsolo pode variar sua composição iônica e salinidade dependendo da localização, devido à precipitação de sais pela evaporação da água e remoção dos íons por reações com o solo (Boyd & Thunjai 2003, Saoud *et al.* 2003, Zhu *et al.* 2006). No presente estudo a proximidade com o mar influenciou o perfil iônico da água do subsolo utilizada no experimento. Cabe ressaltar, que os minerais (cálcio, sódio, potássio, magnésio e cloretos) são de extrema importância na função de osmorregulação (Pequeux 1995). Geralmente, estas águas subterrâneas de baixa salinidade encontradas em regiões interiores são deficientes em potássio e magnésio (Roy 2006, Araneda *et al.* 2008, Cuvin-Aralar *et al.* 2009, Esparza-Leal *et al.* 2009). Nesta situação, a sobrevivência dos camarões pode ser afetada (Angulo *et al.* 2005). Valenzuela *et al.* (2010) relataram menor crescimento dos organismos cultivados nas menores concentrações de potássio e cálcio, assim como Davis *et al.* (2004) que trabalhando com água do subsolo em tratamentos com e sem suplementação mineral de potássio e magnésio na água observaram que a falta destes íons limitaram o crescimento e a sobrevivência de *L. vannamei*. O cálcio é um importante elemento para o processo de ecdise (muda) (Scarpa & Vaughan 1999), principalmente para esta espécie que não possui reservas internas de Ca^{2+} como algumas espécies de água doce (McGraw & Scarpa 2003).

Além da concentração iônica de cada elemento, a proporção entre os íons também é importante para alcançar bom crescimento e sobrevivência no ambiente de cultivo (Esparza-Leal *et al.* 2009, Valenzuela *et al.* 2010), sendo que as águas subterrâneas geralmente contém proporções diferentes da água do mar (Boyd 1989). De acordo com Zhu *et al.* (2006), o *L. vannamei* foi mais tolerante a relações anormais de Na/K na salinidade 15 do que em salinidade 30 e que a interação entre salinidade e a relação Na/K na água do mar tem efeito no crescimento, na alimentação, na retenção de nutrientes e conversão alimentar desta espécie. No presente estudo com salinidade inicial de 17‰, a proporção iônica da água do subsolo apresentou valores inferiores somente para Mg/K (0,14:1) e Mg/Ca (0,20:1), porém não apresentou deficiência no desempenho dos camarões. Já no trabalho de Roy *et al.* (2007a) no qual testaram a suplementação de magnésio na dieta dos camarões em diferentes concentrações (10, 20, 40, 80 e 160 mg L⁻¹) encontraram menor sobrevivência (60%) para o *L. vannamei* na proporção iônica de Mg/Ca (0,24:1). Roy *et al.* (2009) também utilizando suplementação de magnésio na dieta (0; 0,15; 0,30 e 0,60%) não observaram diferença significativa, sugerindo o uso de fertilizantes agrícolas como o meio factível a ser utilizado para elevar as concentrações de potássio e magnésio na água de cultivo quando necessário.

5.2. Parâmetros físico-químicos da água do cultivo

O oxigênio dissolvido é o parâmetro de qualidade da água mais importante na aquicultura (Vinatea 2004). As elevadas densidades de estocagem podem propiciar redução da concentração de oxigênio dissolvido, devido a demanda de oxigênio pelos bioflocos, respiração do fitoplâncton e metabolismo microbiano aeróbico (Burford *et al.* 2003, Wasielesky *et al.* 2006a). Entretanto, neste experimento não ficou demonstrado que as elevadas densidades de estocagem utilizadas nos tratamentos influenciaram as taxas de oxigênio dissolvido, pois apresentaram médias de 8,34 e 8,09 mg L⁻¹, respectivamente, acima de 5,0 mg L⁻¹, valor mínimo recomendado para o cultivo de camarões (Cheng *et al.* 2003, Zhang *et al.* 2006). A aeração artificial contínua (Ray & Chien 1992) e a presença de ventos constantes (Moriarty 1986) também foram fontes complementares mantendo os níveis de oxigênio dissolvido elevados.

Os valores médios de temperatura ao longo do cultivo permaneceram dentro da faixa ideal de crescimento para a espécie 24 - 35 °C (Van Wyk & Scarpa 1999), porém não favoreceu o máximo crescimento dos camarões no qual abrange o estreito intervalo entre 28 à 32 °C (Van Wyk & Scarpa 1999). O crescimento e sobrevivência começam a declinar abaixo de 23 °C (Wyban *et al.* 1995), podendo causar mortalidade durante os meses mais frios (Peixoto *et al.* 2003). Como observado na figura 1b, a temperatura diminuiu ao longo do período de cultivo, reflexo da mudança de estações (janeiro-abril), alcançando nas duas últimas semanas valor médio de 19,4 °C. Apesar do baixo crescimento, não foi constatada mortalidade em ambos os tratamentos. A temperatura acaba por determinar o número de ciclos de produção, restringindo o cultivo em viveiros durante seis meses do ano no extremo sul do Brasil (Peixoto *et al.* 2003).

Os valores médios de pH mantiveram-se na faixa de 7,0 a 9,0 considerada apropriada para bom desempenho dos camarões (Van Wyk & Scarpa 1999). A queda do pH nas semanas iniciais do experimento indica uma alta taxa de respiração pela predominância dos organismos heterotróficos (Vinatea 2004, Wasielesky *et al.* 2006a) e pela elevada densidade de estocagem, como observou Decamp *et al.* (2007). Estes autores utilizaram densidades de estocagem de 50, 75 e 100 camarões m⁻² e apresentando valores de 8,11; 7,97 e 7,79, respectivamente. O aumento do pH a partir da 13ª semana em ambos os tratamentos foi decorrente de um *bloom* algal como apresentado na figura 4, no qual mostra um pico na concentração de clorofila α neste mesmo período indicando alta atividade fotossintética.

No presente estudo, a água de subsolo utilizada apresentava uma dureza total de 1.784 mg L⁻¹ e alcalinidade inicial de 265 (mg CaCO₃ L⁻¹). O valor de alcalinidade geralmente encontrado em águas marinhas é de 116 (mg CaCO₃ L⁻¹) (Van Wyk & Scarpa 1999). Suíta (2009) observou que baixos níveis de alcalinidade dificultam a estabilidade do pH. Uma vez que no cultivo em viveiros as flutuações dos níveis de pH são comuns devido à intensa fotossíntese, é importante manter a alcalinidade na faixa ideal. Durante o experimento, os valores médios foram de 178 e 200 (mg CaCO₃ L⁻¹) para o tratamento 100 e 150 cam m⁻², respectivamente. Estas médias encontram-se acima dos valores mínimos recomendados que devem estar entre 100 a 150 (mg CaCO₃ L⁻¹) para minimizar flutuações do pH (Ebeling *et al.* 2006).

Alguns autores (Samocha *et al.* 1998, Zhu *et al.* 2006, Bett & Vinatea 2009) informam que a salinidade ideal e seus efeitos sobre o crescimento do *L. vannamei* ainda não é conclusiva. Neste estudo, a salinidade manteve-se dentro da faixa ideal recomendada para o cultivo de camarões marinhos, entre 10 a 35‰ (Gunalan *et al.* 2010). A água do subsolo apresentava salinidade 17‰, porém a média final da água do cultivo foi de 20,8‰ para ambos os tratamentos encontrando-se próximo ao ponto isosmótico (24,7 e 26‰) dos camarões (Castille & Lawrence 1981). A elevação na salinidade foi decorrente da não renovação de água ao longo do cultivo, da manutenção de nível dos viveiros e reposição de elementos traço com água marinha, a evaporação e a pouca ocorrência de chuvas no sul do país no ano de 2011, em razão do fenômeno La Niña.

Em cultivos tradicionais, o material em suspensão pode ser composto pelo fitoplâncton e/ou partículas de sedimento suspensas pela turbulência gerada pelos aeradores (Thomforde & Boyd 1991). No presente estudo, observando o gráfico de transparência da água (figura 2c) nota-se que ao longo do tempo houve uma redução dos valores de transparência devido ao aumento das partículas em suspensão e abundância de fitoplâncton, além da presença dos bioflocos. Entretanto, os valores médios de sólidos suspensos totais (até 500 mg L⁻¹) e o volume dos flocos microbianos foram inferiores a (10 ml L⁻¹) permanecendo dentro do nível recomendado para o sistema (Samocha *et al.* 2007).

Os compostos nitrogenados não afetaram o desempenho zootécnico. De acordo com Queiroz & Boeira (2007) quanto mais intensiva a densidade de estocagem maior pode ser o acúmulo de nitrogenados no cultivo, porém no sistema de bioflocos, vários estudos (Burford *et al.* 2003, Burford *et al.* 2004, Fróes *et al.* 2012) apresentam baixas

concentrações dos compostos nitrogenados nos cultivos em viveiros. Igualmente neste trabalho, em ambos os tratamentos as concentrações dos compostos nitrogenados estiveram abaixo do nível de segurança os quais são: 1 mg L⁻¹ para amônia, 25 mg L⁻¹ para nitrito e 45 mg L⁻¹ para nitrato (Van Wyk & Scarpa 1999, Lin & Chen 2001, Lin & Chen 2003). Os tratamentos apresentaram um processo normal de nitrificação, presumindo-se o estabelecimento das bactérias nitrificantes, sendo que, as outras vias de conversão de amônia no sistema podem ser realizadas pelas bactérias heterotróficas que convertem amônia em biomassa bacteriana e pela assimilação fotoautotrófica das microalgas (Ebeling *et al.* 2006), na qual é uma via de conversão muito comum em viveiros.

O fosfato tende a acumular no sistema devido à entrada de ração (Barak *et al.* 2003). Apesar de não afetar diretamente o desenvolvimento dos camarões, o aumento da concentração deste composto pode causar a eutrofização do ambiente de cultivo (Peñaflorida 1999, Alonso-Rodriguez & Paez-Osuna 2003). As baixas relações de N:P (nitrogênio e fósforo) favorecem o aparecimento das cianobactérias (Jacob & Culver 2010). Godoy (2008) obteve no início do experimento uma relação N:P de 9:1, predominando cianobactérias filamentosas. Neste estudo a relação N:P média no experimento foi de 6:1. Entretanto, esta baixa relação não favoreceu o predomínio das cianobactérias. Silva (2009) verificou que *L. vannamei* absorve uma quantidade significativamente maior de N e P em comparação com a espécie *Farfantepenaeus paulensis* e esta acaba sendo incorporada em sua biomassa. Em viveiros, geralmente o fósforo é retirado do sistema através da renovação de água do cultivo e adsorção no sedimento (Casillas-Hernández *et al.* 2006). Porém, como não há saída de fosfato em sistemas sem renovação de água (Sampaio *et al.* 2010) e os viveiros são revestidos com mantas de geomembrana, houve um acúmulo deste composto no final do experimento, sendo que os valores médios na última semana foram de 0,54 mg L⁻¹ e 0,83 mg L⁻¹ para o tratamento 100 e 150 cam m⁻², respectivamente (figura 3d).

Como mencionado acima, a entrada de nutrientes (nitrogênio e fósforo) provenientes da ração (Funge-Smith & Briggs 1998), favorece o crescimento de fitoplâncton podendo elevar os valores de clorofila α . Geralmente cultivos em viveiros de camarões apresentam teores mais elevados de clorofila α que o ambiente adjacente (Casillas-Hernández *et al.* 2007). Castillo-Soriano *et al.* (2010) observaram elevadas concentrações de clorofila α em sistemas sem renovação de água e cultivo intensivo de *L. vannamei*, porém os valores médios de clorofila α neste trabalho foram de 211 $\mu\text{g L}^{-1}$

para os tratamentos 100 cam m⁻² e 282 µg L⁻¹ para o tratamento 150 cam m⁻². Estes valores encontram-se na mesma faixa de outros trabalhos que utilizaram o sistema BFT: Burford *et al.* (2003) registraram valores de 134,29 à 435,10 µg L⁻¹ em viveiros de camarões utilizando elevada densidade de estocagem (100 cam m⁻²). Fróes *et al.* (2012) em viveiros com densidade de 85 camarões m⁻² obtiveram valores de 157 µg L⁻¹ e Godoy (2008) trabalhando com tratamentos utilizando inoculação de diatomáceas e flocos microbianos na água de cultivo de *L. vannamei* registrou valores de 553 a 247 µg L⁻¹, respectivamente. No presente trabalho, observa-se que os picos de concentração de clorofila α (figura 4) ocorrem justamente nos períodos de menor valor de turbidez (figura 2b) para os dois tratamentos, sugerindo que o aumento das partículas reduz a fotossíntese (Vinatea *et al.* 2010) e assim diminuindo a quantidade de fitoplâncton.

Os microrganismos encontrados no sistema BFT foram cianobactérias, diatomáceas (penadas), clorofíceas, ciliados, flagelados, rotíferos, entre outros (Burford *et al.* 2003, Godoy *et al.* 2010). De acordo com Wasielesky *et al.* (2006a), estes microrganismos são importantes no crescimento e sobrevivência dos camarões, que fornecem os compostos essenciais de nutrição (Naylor *et al.* 2009), podendo ser responsável por 29% do alimento ingerido (Burford *et al.* 2004). Neste trabalho observou-se a dominância de diatomáceas e clorofíceas no tratamento 100 cam m⁻² e somente de clorofíceas no tratamento 150 cam m⁻². Quanto aos microrganismos (ciliados e flagelados) estiveram presentes em maior quantidade no tratamento 100 cam m⁻² em relação ao tratamento 150 cam m⁻². Entretanto, os mesmos tiveram sua abundância reduzida em ambos os tratamentos ao longo do experimento, devido a predação destes organismos pelos camarões. A redução na abundância dos ciliados e flagelados no tratamento 100 cam m⁻² favoreceu o crescimento de clorofíceas e diatomáceas nas últimas semanas do cultivo, podendo explicar o pico de clorofila α observado neste mesmo período. Já o tratamento com maior densidade de estocagem (150 cam m⁻²) apresentou menor quantidade de diatomáceas na primeira data analisada possivelmente devido ao pastejo dos camarões. Ao longo do cultivo a competição com as clorofíceas ocasionou a diminuição das diatomáceas juntamente com a predação pelos ciliados e flagelados. A predominância de clorofíceas no final do tratamento 150 cam m⁻² é explicada pela menor contribuição nutricional e deficiente assimilação desta microalga tanto pelo zooplâncton quanto pelos camarões (Boyd 1989).

De acordo com Patil & Gislerød (2006), camarões e também organismos protistas (Tillmann 2004) utilizam as diatomáceas na sua alimentação, sendo que as

diatomáceas possuem baixo conteúdo de fibras, fácil digestão (Moss 2000) e são fontes de ácidos graxos (Ferreira 2008). Godoy (2008) verificou que as diatomáceas foram responsáveis pelo maior ganho de peso e melhor conversão alimentar dos camarões. Teixeira (2011) trabalhando em viveiros de *L. vannamei* no sul do Brasil com densidades de 85 camarões m⁻² constatou a preferência dos camarões pelas diatomáceas. Ballester *et al.* (2007) trabalhando com *Farfantepenaeus paulensis* observaram a importância de diatomáceas cêntricas presentes no biofilme para a dieta de camarões. Já os ciliados possuem grande importância em viveiros de camarões (Decamp *et al.* 2007), pois servem como fonte de alimento para os animais cultivados (Nagano & Decamp 2004), sendo considerados, juntamente com os flagelados uma fonte de proteínas, aminoácidos e ácidos graxos poliinsaturados (Decamp *et al.* 2001, Calbet & saiz 2005) e sua dieta consiste em fitoplâncton e protistas heterotróficos (Eloumi *et al.* 2006). Com o aumento da densidade de estocagem dos camarões os microrganismos presentes no sistema tornam-se de grande importância para melhoria da qualidade da água, redução dos custos na ração (Thompson *et al.* 2002), melhorando a conversão alimentar.

5.3. Desempenho zootécnico dos camarões

A densidade de estocagem deve estar de acordo com o manejo do cultivo, os parâmetros ambientais e a espécie cultivada (Wasielesky 2000). Alguns autores como Moss & Moss (2004), Otoshi *et al.* (2007), Krummenauer *et al.* (2011) e Fóes *et al.* (2011) citam uma relação inversa entre a densidade e desempenho zootécnico dos camarões. No entanto, as elevadas densidades de estocagem (100 e 150 cam m⁻²) testadas neste estudo não apresentaram esta relação nos parâmetros de desempenho zootécnico dos animais cultivados.

Um dos fatores que determina o crescimento, sobrevivência e auxilia no aumento da produtividade é a densidade de estocagem (Bezerra *et al.* 2007, Ruiz-Velazco *et al.* 2010), sendo que em sistema de bioflocos, mesmo com as elevadas densidades utilizadas na produção, a sobrevivência e produtividade geralmente apresentam valores elevados (Kuhn *et al.* 2008, Arnold *et al.* 2009, Ballester *et al.* 2009, Krummenauer 2011, Fróes 2012). Este estudo apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) na produtividade: 9,9 t ha⁻¹ ciclo para o tratamento 100 cam m⁻² e 13,7 t ha⁻¹ ciclo para o tratamento 150 cam m⁻². Estes valores encontram-se próximos ao trabalho de Nunes (2005) no qual cita produtividade acima de 18 t ha⁻¹ ciclo em viveiros revestidos, aeração constante e troca zero de água. McIntosh (1999), utilizando densidades de 115 a 125 camarões m⁻² reportou produção de 13,4 t ha⁻¹ ciclo em

viveiros de 1,6 ha⁻¹. Os resultados de sobrevivência obtidos neste estudo foram de 97 e 88% para o tratamento 100 e 150 cam m⁻², respectivamente. Burford *et al.* (2003) também registraram taxas de sobrevivência acima de 80% em cultivos utilizando densidades de 118 camarões m⁻² em viveiros com sistema BFT.

A ração representa o maior custo na produção de camarões (Wasielesky *et al.* 2006a). Entretanto, os flocos microbianos são utilizados por estes organismos como fonte de alimento suplementar, diminuindo assim a taxa de conversão alimentar (TCA) (Burford *et al.* 2003, Samocha *et al.* 2007). Neste trabalho, a excelente taxa de conversão alimentar para ambos os tratamentos pode ser atribuída ao consumo dos flocos microbianos pelos camarões (Wasielesky *et al.* 2006a). Os resultados de TCA foram de 1,2 e 1,32 para o tratamento 100 e 150 cam m⁻², respectivamente. Gunalan Balakrishnan *et al.* (2011) cultivando *L. vannamei* também em viveiros de terra de 0,9 ha⁻¹ e água salobra (15-19‰) alcançaram taxa média de conversão alimentar de 1,35:1 testando diferentes densidades (50, 56, 51 e 61 camarões m⁻²) e sobrevivência de 80%, porém observaram relação inversa entre a densidade de estocagem e o peso médio final. Nyan Taw *et al.* (2008) utilizando densidades de estocagem entre 145 à 280 camarões m⁻² e aplicando despescas parciais em viveiros revestidos alcançaram taxas de 1,2 à 1,1, respectivamente. Cabe ressaltar que viveiros revestidos são tecnicamente mais viáveis ao cultivo de *L. vannamei* do que viveiros de terra (López *et al.* 2002), principalmente quando utiliza-se o sistema BFT. Na Tailândia, em experimento comparando viveiros de terra e viveiros revestidos com densidade de 75 camarões m⁻² e engorda de 112 dias, observaram maior crescimento dos camarões em viveiros revestidos, sendo que a maioria das fazendas na Tailândia e Indonésia trabalham com densidades acima de 150 camarões m⁻² e sem renovação de água (Borba 2012).

Em cultivo intensivo operando com água do subsolo e baixa salinidade (2‰), Davis *et al.* (2004) obtiveram produção de 12 t ha⁻¹ ciclo utilizando densidades de 109 camarões m⁻² em viveiros de terra de 0,1 ha⁻¹. Araneda (2008), utilizando também água subterrânea, porém em sistema de recirculação com filtro biológico, testou o efeito das seguintes densidades: 90, 130 e 150 camarões m⁻² no ganho de peso semanal, resultando em valores de: 0,38, 0,34 e 0,33 g, respectivamente. O período de cultivo extenso (210 dias) e peso médio final (11,72 g) também confirmam que estes valores são considerados inferiores quando comparados com sistemas intensivos (presente estudo), superintensivos e até mesmo para cultivos de baixa salinidade. O autor ainda relata que um dos fatores responsáveis pelo baixo desempenho zootécnico foi a composição iônica

da água (Mg^{+2}), na qual encontrava-se abaixo da faixa ideal recomendada. Contudo, Esparza-Leal *et al.* (2010) que operando com sistema de recirculação, diferentes densidades de estocagem e água do subsolo, encontraram na relação iônica da água a justificativa para a elevada sobrevivência dos camarões, pois apesar da mesma ter apresentado os valores dos compostos iônicos abaixo da faixa recomendada, a relação iônica de Na/K (29,5:1) e K/Ca (16,4:1) foi similar ou acima da água do mar, mesmo com a relação de Mg/Ca (0,5:1) apresentando valores abaixo do ideal como no presente estudo.

Sabe-se que a temperatura tem influência na taxa de crescimento dos camarões (Jackson & Wang 1998). No presente estudo os baixos valores de ganho de peso semanal (0,67 e 0,7 g semana⁻¹) indicam a temperatura como fator responsável, tornando a destacar que o período de produção neste experimento se estendeu até o início do outono apresentando temperatura média de 24 °C (tabela 2) e sujeitando-se nas duas últimas semanas a temperaturas mais baixas (19 °C) (figura 1b). Em cultivo semelhante, porém na região da América Central (Belize), Boyd & Clay (2002) utilizaram densidades de estocagem entre 80 a 160 camarões m⁻² na engorda de *L. vannamei* em viveiros revestidos com área de 650 m⁻² a 1,6 ha⁻¹ e alcançando produtividades de 14,1 t ha⁻¹ a 27,2 t ha⁻¹. Entretanto, para o ganho de peso semanal, estes autores informam valores de 0,95 g semana⁻¹ quando estocados nos meses mais quentes (27 °C) e 0,6 a 0,7 g semana⁻¹ para os camarões estocados nos meses de temperaturas mais amenas (23 °C). Fróes (2012) trabalhando com sistema intensivo nas mesmas unidades experimentais do presente estudo com densidade de estocagem de 85 camarões m⁻² apresentou valores de produtividade (8,7 t ha⁻¹ ciclo), taxa de conversão alimentar (1,22), peso final (10,7 g) e ganho de peso (0,63 g semana⁻¹) similares aos valores deste experimento, sendo que a temperatura média (24,3 °C) informada pelo autor não proporcionou o máximo potencial de crescimento dos camarões. Mena-Herrera *et al.* (2006), testaram diferentes densidades de estocagem (50, 60 e 70 camarões m⁻²) em viveiros de terra (500 m²) nas estações de primavera-verão e outono-inverno. Para o período mais ameno (22-26 °C) o ganho de peso permaneceu entre 0,62-0,64 g semana⁻¹ enquanto que na estação mais quente (27-31 °C) os valores foram de 0,85 à 1,33 g semana⁻¹, constatando que a temperatura afetou o ganho de peso dos camarões e conseqüentemente a produção. Contudo, os autores observaram diferença significativa na densidade de estocagem entre os tratamentos somente durante o período

de primavera-verão, sugerindo que a temperatura foi mais importante do que a densidade de estocagem ao avaliar o crescimento dos camarões.

6. CONCLUSÃO

A intensificação da produção pode ser vantajosa desde que seja respeitada a densidade de estocagem apropriada para a fase do organismo cultivado e sistema de cultivo aplicado. No presente trabalho, as densidades de estocagem testadas (100 e 150 cam m⁻²) em viveiros na região sul do Brasil utilizando o sistema de bioflocos, não apresentaram relação negativa no desempenho zootécnico e nos parâmetros de qualidade da água. Entretanto, a densidade mais elevada (150 cam m⁻²) se mostrou mais rentável, devido sua maior produtividade.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALLAN, GL, LB BANENS, S FIELDER. 2001. Developing commercial inland saline aquaculture in Australia: part 2. Resource Inventory and Assessment. FRDC Project No. 98/335, *NSW Fisheries Final Report Series*, No. 31, NSW, Austrália.
- ALONSO-RODRIGUEZ & PAEZ-OSUNA. 2003. Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California. *Aquaculture*, 219, 317-336.
- ANDREATTA, ER & E BELTRAME. 2004. Cultivo de camarões marinhos. In: POLI, CR ATB POLI, ER ANDREATTA & E BELTRAME. (Eds) *Aquicultura – Experiências Brasileiras*. Florianópolis: Multitarefa, p. 200-207.
- ANGULO, JÁ, A MEÍÍA, R ENGEL. 2005. Cultivo experimental de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en el valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Panorama Acuícola*, 10:10-15.
- ARANEDA, M, EP PEREZ, E GASCA-LEYVA. 2008. White shrimp *Penaeus vannamei* culture in freshwater at three densities: condition state based on length and weight. *Aquaculture*, 283: 13–18.
- ARNOLD, SJ, FE COMAN, CJ JACKSON, & SA GROVES. 2009. High-intensity, zero water-exchange production of juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*: An evaluation of artificial substrates and stocking density. *Aquaculture*, 293: 42-48.
- ATWOOD, HL, SP YOUNG, JR TOMASSO, CL BROWDY. 2003. Survival and growth of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* postlarvae in low-salinity and mixed-salt environments. *Journal of the World Aquaculture Society*, 34: 518-523.
- AVNIMELECH, Y. 1999. Carbon: nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176: 227-235.
- AVNIMELECH, Y. 2006. Bio-filters: the need for a new comprehensive approach. *Aquacultural Engineering*, 34: 172–178.
- AVNIMELECH, Y. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, 264:140-147.
- BALBI, F, J ROSAS, A VELÁSQUEZ, T CABRERA, C MANEIRO. 2005. Aclimatación a baja salinidad de postlarvas del camarón marino *Litopenaeus*

- vannamei* (Boone, 1931) provenientes de dos criaderos comerciales. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 40(2): 109 – 115. Vol. 40, N°2
- BALLESTER, LEC, WJ WASIELESKY, RO CAVALLI & PC ABREU. 2007. Nursery of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in cages with artificial substrates: Biofilm composition and shrimp performance. *Aquaculture*, 269: 355–362.
- BALLESTER, LC, PC ABREU, RO CAVALLI, M EMERENCIANO, L ABREU & WJ WASIELESKY. 2009. 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*, 16(2):163–172.
- BARAK, Y, E CYTRYN, I GELFAND, M KROM & J VAN RIJN. 2003. Phosphorus removal in a prototype recirculating aquaculture system. *Aquaculture*, 220: 313-326.
- BARBIERI, RC & A OSTRENSKY NETO. 2002. *Camarões Marinho – Engorda. Aprenda Fácil*. Viçosa – MG. 370p.
- BETT, C, & L VINATEA. 2009. Combined effect of body weight, temperature and salinity on shrimp *Litopenaeus vannamei* oxygen consumption rate. *Brazilian Journal of Oceanography*, 57: 305-314.
- BEZERRA, AM, JAA SILVA, PP MENDES. 2007. Seleção de variáveis em modelos matemáticos dos parâmetros de cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p.385-391.
- BORBA, M. 2012. Um mergulho na carcinicultura asiática: paradigmas para o Brasil. *Revista ABCC*, ano XIV, n° 01, janeiro.
- BOYD CE & JW CLAY. 2002. Evaluation of Belize Aquaculture, Ltda: A Superintensive Shrimp Aquaculture System. Report prepared under the World Bank, NACA, WW Fand FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium. 17 p.
- BOYD CA, PL CHANEY, CE BOYD, DB ROUSE. 2009. Distribution of ground water suitable for use in saline-water aquaculture in central and west-central Alabama. *Journal of Applied Aquaculture*, 21: 228–240.
- BOYD, CE. 1989. Water quality management and aeration in shrimp farming. Fisheries and allied aquacultures department. Serie No 2. Alabama Exp. Station. Auburn University, AL. February, p. 83.

- BOYD, CE, CS TUCKER. 1998. Pond aquaculture water quality management. Boston: Kluwer Academic Publishers, 700p.
- BOYD, CE, T THUNJAI, M BOONYARATPALIN. 2002. Dissolved salts in water for inland low-salinity shrimp culture. *Global Aquaculture Advocate*, 5 (3): 40 – 45.
- BOYD, CE, T THUNJAI. 2003. Concentrations of major ions in waters of inland shrimp farms in China, Ecuador, Thailand and the United States. *Journal of the World Aquaculture Society*, 33:524-532.
- BROWDY, CL, D BRATVOLD, AD STOKES & RP MCINTOSH. 2001. Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. In: Browdy, CL & DE Jory. The New Wave, Proceedings of the special session on sustainable shrimp culture, Aquaculture. *The World Aquaculture Society*, Baton Rouge, USA, p.20-34.
- BURFORD, MA, PJ THOMPSON, RH BAUMAN & DC PEARSON. 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensive, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*, 219: 393-41.
- BURFORD, MA, PJ THOMPSON, RH BAUMAN & DC PEARSON. 2004. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensive, zero-exchange system. *Aquaculture*, 232: 525-537.
- CALBET, A & E SAIZ. 2005. The ciliate-copepod link in marine ecosystems. *Aquatic microbial ecology*, 38: 157-167.
- CASILLAS-HERNÁNDEZ, R, MAGALLÓN-BARAJAS, F, PORTILLO-CLARCK, G, PÁEZ-OSUNA, F. 2006. Nutrient mass balances in semi-intensive shrimp ponds from Sonora, Mexico using two feeding strategies: Trays and mechanical dispersal. *Aquaculture*, 258: 289-298.
- CASILLAS-HERNÁNDEZ, R, H NOLASCO-SORIA, T GARCÍA-GALANO, O CARRILLO-FARNES & F PÁEZ-OSUNA. 2007. Water quality, chemical fluxes and production in semi-intensive Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture ponds utilizing two different feeding strategies. *Aquacultural Engineering*, 36: 105-114.
- CASTILLE, FL & AL LAWRENCE. 1981. The effect of salinity on the osmotic, sodium and chloride concentrations in the hemolymph of euryhaline shrimp of the genus *Penaeus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 68: 75-80.
- CASTILLO-SORIANO, FA, V IBARRA-JUNQUERA, A OLIVOS-ORTIZ, FJ BARRAGÁN-VÁZQUEZ & AO MEYER-WILLERER. 2010. Influence of

- water supply chemistry on white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture in low-salinity and zero-water exchange ponds. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5(3): 376-386.
- CHENG, W, CH LIU & CM KUO. 2003. Effects of dissolved oxygen on hemolymph parameters of freshwater giant prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Aquaculture*, 220,843-856.
- CUVIN-ARALAR, MLA, AG LAZARTIGUE, EV ARALAR. 2009. Cage culture of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) at different stocking densities in a shallow eutrophic lake. *Aquaculture Research*, 40: 181–187.
- DAVIS, DA, T SAMOCHA, CE BOYD. 2004. Acclimating Pacific white shrimp *litopenaeus vannamei* to inland, low-salinity waters. *Southern Regional Aquaculture Center*. No. 2601. 8pp.
- DAVIS, DA, IP SAOUD, CE BOYD, DB ROUSE. 2005. Effects of potassium, magnesium, and age on growth and survival of *Litopenaeus vannamei* post-larvae reared in inland low salinity well waters in west Alabama. *Journal of the World Aquaculture Society*, 36, 403–406.
- DECAMP, O, S MOSS & N NAGANO. 2001. Live protozoa: suitable live food for larval fish and shrimp? *The Advocate*, October: 28-29.
- DECAMP, O, J CODY, L CONQUEST, G DELANOY, AG TACON. 2003. Effect of salinity on natural community and production of *Litopenaeus vannamei* (Boone), within experimental zero-water exchange culture systems. *Aquaculture Research*, 34: 345-355.
- DECAMP, OE, L CONQUEST, J CODY & I FORSTER. 2007. Effect of shrimp stocking density on size-fractionated phytoplankton and ecological groups of ciliated protozoa within zero-water exchange shrimp culture systems. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38: 395-406.
- EATON, AD, CLESERCI, LS, GREENBERG, AE. 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 10th edition. (Eds.), *American Public Health Association*. USA, Washington D.C.
- EBELING, JM, MB TIMMONS & JJ BI SOGNI. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic and heterotrophic removal of ammonia –nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257: 346-358.

- ELLOUMI, J, JF CARRIAS, H AYADI, T SIME-NGANDO, M BOUKHRIS & A BOUAÏN. 2006. Composition and distribution of planktonic ciliates from ponds of diferente salinity in the solar saltwork of Sfax, Tunisia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67:21-29.
- EMERENCIANO, MG₂ WJ WASIELESKY, RB SOARES, EC BALLESTER, EM IZEPPi & RO CAVALLI. 2007. Crescimento e sobrevivência do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase de berçário em meio heterotrófico. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 29: 1-7.
- ESPARZA-LEAL, HM, JT PONCE-PALAFox, WQ VALENZUELA, HC BELTRÁN & JLA FIGUEROA. 2009. The Effect of Low Salinity Water with Different Ionic Composition on the Growth and Survival of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) in Intensive Culture, *Journal of Applied Aquaculture*, 21:4, 215-227.
- ESPARZA-LEAL, HM, JT PONCE-PALAFox, EA ARAGÓN-NORIEGA, JL ARREDONDO FIGUEROA, MG ULLOA GÓMEZ, WQ VALENZUELA. 2010. Growth and performance of the white leg shrimp *Penaeus vannamei* (Boone) cultured in low-salinity water with different stocking densities and acclimation times. *Aquaculture Research*, 41: 878-883.
- FERREIRA, LMMHM. 2008. Formação de flocos microbianos em cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* e do camarão-branco *Litopenaeus vannamei*. 44p. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Aquicultura. Rio Grande – RS.
- FIGUEIREDO, MCB, MF ROSA, RS GONDIM. 2003. Sustentabilidade ambiental da carcinicultura no Brasil: desafios para a pesquisa. *Revista Econômica do Nordeste*, v.34, nº 2, p.242-253.
- FIGUEIREDO, MCB, LFP ARAÚJO, MF ROSA, LFS MORAIS, WD PAULINO, RB GOMES. 2006. Impactos ambientais da carcinicultura de águas interiores. *Revista Engenharia sanitária e ambiental*, Vol.11 - Nº 3 - jul/set 2006, 231-240.
- FÓES, GK, C FRÓES, D KRUMMENAUER, L POERSCH & W WASIELESKY. 2011. Nursery of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in biofloc technology culture system: survival and growth at different stocking densities. *Journal of shellfish research*, 30:(2), 1–7.
- FRÓES, C, G FÓES, D KRUMMENAUER, E BALLESTER, LH POERSCH, WJR WASIELESKY. 2012. Fertilização orgânica com carbono no cultivo intensivo

- em viveiros com sistema de bioflocos do camarão branco *Litopenaeus vannamei*. *Atlântica*, Rio Grande, 34(1) 31-39.
- FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION. 2012. The State of world Fisheries and Aquaculture. Rome: FAO.
- FUNGE-SMITHS, SJ, MRP BRIGGS. 1998. Nutrient budgets in intensive shrimp ponds: implications for sustainability. *Aquaculture*, 164: 117-133.
- GODÍNEZ-SIORDIA, DE, MC CHÁVEZ-SÁNCHEZ, S GÓMEZ-JIMÉNEZ. 2011. Epicontinental aquaculture of the pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). REVIEW. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14 (2011): 55 – 62.
- GODOY, LC. 2008. Desempenho do camarão-branco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado em meio de diatomáceas e flocos microbianos com mínima troca de água. Dissertação Mestrado, Programa de pós-graduação em Aquicultura. Universidade Federal do Rio Grande, 62p.
- GODOY, LC, C ODEBRECHT, TG MARTINS, E BALLESTER, PC ABREU & WJ WASIELESKY. 2010. Tecnologia de bioflocos: criação sustentável de camarões marinhos. In: CYRINO, JEP, WM FURUYA, RP RIBEIRO & JD SCORVO FILHO (Eds). Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura III. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. 2008. Cap. 23: 227-236.
- GOLDBERG, ED. 1963. Chemistry-the oceans as a chemical system. Composition of sea water comparative and descriptive oceanography. The sea. Interscience Publishers, New York, USA. Hill editor. Vol II. The sea. 03 - 25.
- GONZÁLEZ-FÉLIX, M, L GÓMEZ-JIMÉNEZ, S PEREZ-VÉLAZQUEZ, DA DAVIS & JG VELAZCO-RAMEÑOS. 2007. Nitrogen budget for a low salinity, zero water exchange culture system I. Effect of dietary protein level on the performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture Research*, 38,798-808.
- GUNALAN, B, P SOUNDARAPANDIAN & GK DINAKARAN. 2010. Effect of Different Stocking Densities on the MBV Infected Seeds of Black Tiger Shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricius). *Asian Journal of Agricultural Sciences*, 2(1): 5-8.
- GUNALAN, B, P SOUNDARAPANDIAN, R KUMARAN, T ANAND, AS KOTIYA, C MAHESWRAN, N PUSHARAI. 2011. Growth of Cultured White Leg

- Shrimp *Litopenaeus Vannamei* (Boone 1931) In Different Stocking Density. *Advances in Applied Science Research*, 2011, 2 (3): 107-113.
- HARGREAVES, JA. 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 34: 344-363.
- HARI, B, BM KURUP, JT VARGHESE, JW SCHRAMA, MCJ VERDEGEM. 2004. Effects of carbohydrate addition on production in extensive shrimp culture systems. *Aquaculture*, 241: 179–194.
- HOPKINS, JS, PA SANDIFER & CL BROWDY. 1995. Effects of two feed protein levels and feed rate combinations on water quality and production of intensive shrimp ponds operated without water exchange. *Journal World Aquaculture Society*, 26: 93-97.
- JACOB, AP & DA CULVER. 2010. Experimental evaluation of the impacts of reduced inorganic phosphorus fertilization rates on juvenile saugeye production. *Aquaculture*, 304: 22-33.
- JACKSON, C J, Y WANG, Y. 1998. Modelling growth rate of *Penaeus monodon* Fabricius in intensively managed ponds : effects of temperature, pond age and stocking density, *Aquaculture Research*, 29:27–36.
- JORY, DE, TR CABRERA, DM DUGGER, D FEGAN, PG LEE, AL LAWRENCE, CJ JACKSON, RP MCINTOSH, & J CASTAÑEDA. 2001. A global review of shrimp feed management: Status and perspectives. In: Browdy, C. L., Jory, D. E. (Eds.), *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture*, Aquaculture. *The World Aquaculture Society*, Baton Rouge, USA, p.104-152.
- JORY DE. 2002. Inland shrimp culture with zero water exchange ponds. *Aquaculture Magazine*, 28 (5): 74 -77.
- KRUMMENAUER, D, WJ WASIELESKY, RO CAVALLI, S PEIXOTO & PR ZOGBI. 2006. Viabilidade do cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Crustácea: Decapoda) em gaiolas sob diferentes densidades durante o outono no sul do Brasil. *Ciência Rural*, 36: 252-257.
- KRUMMENAUER, D, S PEIXOTO, RO CAVALLI, L POERSCH, W WASIELESKY. 2011. 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*, 42: 732-739.

- KUHN, DD, GD BOARDMAN, SR CRAIG, GJ FLICK & E MCLEAN. 2008. Use of microbial flocs generated from tilapia effluent as a nutritional supplement for shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in recirculating aquaculture systems. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39: 72-82.
- LACERDA, LD, AG VAISMAN, LP MAIA, CAR SILVA, EMS CUNHA, 2006. Relative importance of nitrogen and phosphorus emissions from shrimp farming and other anthropogenic sources for six estuaries along the NE Brazilian coast. *Aquaculture*, 253:433-446.
- LARAMORE, S, CR LARAMORE, J SCARPA. 2001. Effect of low salinity on growth and survival of postlarva and juvenile *Litopenaeus vannamei*. *Journal Of The World Aquaculture Society*, 32 (4): 385-392.
- LIN, Y & J CHEN. 2001. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 259: 109-119.
- LIN Y, & J CHEN. 2003. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. *Aquaculture*, 224: 193-201.
- LIU, JY, C HU & D CAO. 2004. Advances and problems of current shrimp farming in China. Fourth World Chinese Symposium on Shrimp Culture: *Book of abstract, China Crustacean Society*, Qingdao, China. pp. 2-10.
- LÓPEZ, M, C ADAMS, JC CATO & D SWEAT. 2002. Cost and Returns Budgets for an Intensive Zero Water-Exchange Shrimp Culture Demonstration Project in Nicaragua, 2001. Florida Sea Grant College Program, University of Florida, Gainesville, FL.
- MACDONALD, AM & RC CALOW. 2009. Developing groundwater for secure water supplies in Africa Desalination. 248 546–56
- McGRAW, WJ, J SCARPA. 2002. Determining ion concentrations for *Litopenaeus vannamei* culture in freshwater. *Global Aquaculture Advocate* 5: 36-38.
- McINTOSH, RP. 1999. Changing paradigms in shrimp farming: 1. General description. *The Advocate*. The Global Aquaculture Alliance. August/October. pp. 42-46.
- McINTOSH, RP. 2000. Changing paradigms in shrimp farming: 3. Pond design and operation considerations. *Global Aquaculture Advocate*, 3: 42-45.
- McINTOSH, RP. 2000. Changing paradigms in shrimp farming: V. Establishment of heterotrophic bacterial communities. *Global Aquaculture Advocate*, 4: 44–50.

- MELLO, GL, CS ALVES. 2007. Manual para o monitoramento hidrobiológico em fazendas de cultivo de camarão. Federação da Agricultura do Estado de Pernambuco (FAEPE), Comissão Estadual de Carcinicultura (COMCARCI), Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas em Pernambuco (SEBRAE/PE) - p 01-12.
- MENA-HERRERA, A, C GUTIERREZ-CORONA, M LINAN-CABELLO & H SUMANO-LOPEZ. 2006. Effects of Stocking Densities on Growth of the Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Earthen Ponds. *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh* 58(3), 205-213.
- MIRANDA, FR, RN LIMA, LA CRISÓSTOMO & MGS SANTANA. 2008. Reuse of inland low-salinity shrimp farm effluent for melon irrigation. *Aquaculture engineering*, 39: 1-5.
- MISHRA, JK, TM SAMOCHA, S PATNAIK, M SPEED, RL GANDY & AM ALI. 2008. Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under limited discharge condition. *Aquacultural Engineering*, 38: 2–15.
- MORIARTY, D. 1986. Bacterial productivity in ponds used for culture of penaeid prawns. *Microbial Ecology*, 12, p. 259-270.
- MOSS, SM. 2000. Dietary importance of microbes and detritus in penaeid shrimp aquaculture. In: LEE,C.S.; O`BRIAN, P. (Ed.) Microbial approaches to Aquatic Production Systems. Baton Rouge, Louisiana: *World Aquaculture Society*, 2002. p.01-18.
- MOSS, SM, SM ARCE, BJ ARGUE, CA OTOSHI, FRO CALDERON, AGJ TACON. 2001. Greening of the blue evolution: Efforts toward environmentally responsible shrimp culture. In: Brownly, CL, Jory, DE, The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture. *The World Aquaculture Society*, Baton Rouge, USA, p.1-19.
- MOSS KRK & SM MOSS. 2004 Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 35,537-542.
- NAGANO, N & O DECAMP. 2004. Ingestion of a ciliated protozoa by first-feeding larval stage of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture Research*, 35: 516-518.

- NAYLOR, RL, RW HARDY, DP BUREAU, A CHIU, M ELLIOT, AP FARRELL, I FORSTER, DM GATLIN, RJ GOLDBURG, K HUA & PD NICHOLS. 2009. Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, PNAS, 106: 15103–15110.
- NUNES AJP, CV LOPEZ. 2001. Low-salinity, inland shrimp culture in Brazil and Ecuador – economics, disease issues move farms away from coasts. *Global Aquaculture Advocate*, 4 (3): 62–64.
- NUNES, AJP. 2005. Um ano de mudanças, perdas e ganhos. *Panorama da Aquicultura*, Novembro/Dezembro, p. 26-36.
- NYAN TAW, C, H FUAT, N TARIGAM & K SIDABUTAR. 2008. Partial harvest/biofloc system promising for Pacific White Shrimp. *Global Aquaculture Advocate*, September: 84-86.
- OTOSHI, CA, LR TANG, DV DAGDABAN, CM HOLL, CM TALLAMY, DR MOSS, SM ARCE & SM MOSS. 2006. Super intensive growout of the pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*: Recent advances at the oceanic institute. In: proceeding on the 6th International conference Recirculating Aquaculture p.1-5. Virginia Tech University, Blacksburg.
- OTOSHI, CA, SS NAGUWA, FC FALESCH & SM MOSS. 2007. Shrimp behavior may affect culture performance at super intensive stocking densities. *Global Aquaculture Advocate 2*: 67–69.
- PARDO, S, H SUÁREZ, E SORIANO. 2006. Tratamiento de efluentes: Una vía para la acuicultura responsable. *Revista MVZ-Córdoba*, 11:20-29.
- PATIL, V & HR GISLERØD. 2006. The importance of omega-3 fatty acids in diet. *Curr. Sci.* 90: 908-909.
- PEIXOTO S, WJ WASIELESKY & LJ LOUZADA. 2003. Comparative Analysis of Pink Shrimp, *Farfantepenaeus paulensis*, and Pacific White Shrimp, in Extreme Southern Brazil. *Journal of Applied Aquaculture*, 14:101-111.
- PEÑAFLORES, VD. 1999. Interaction between dietary levels of calcium and phosphorus on growth of juvenile shrimp, *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 172, 281–289.
- PEQUEUX, A. 1995. Osmotic regulation in crustaceans. *Journal of Crustacean Biology*, 15: 1–60.
- PETERSON, JJ & DRW GRIFFITH. 1999. Intensive nursery systems. *Global Aquaculture Advocate 2*:60–61.

- POERSCH, L, RO CAVALLI, JW WASIELESKY, JP, CASTELLO, SRM PEIXOTO. 2006. Perspectivas para o desenvolvimento dos cultivos de camarões marinhos no estuário da Lagoa dos Patos, RS. *Ciência Rural*, 36: 1337-1343.
- POERSCH, L, M ALMEIDA, CAP GAONA, PS FURTADO, G FÓES, W WASIELESKY. 2012. *Panorama da aquicultura*. Maio/junho, vol: 22, n° 131, p. 36-43.
- PRETO, A, RO CAVALLI, T PISSETI, PC ABREU & JRW WASIELESKY. 2005. Efeito da densidade de estocagem sobre o biofilme e o desempenho de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivado em gaiolas. *Ciência Rural*, 35: 1417-1423.
- QUEIROZ, JF & RC BOEIRA. 2007. Comunicado Técnico – Boas Práticas de Manejo (BPMs) para Reduzir o Acúmulo de Amônia em Viveiros de Aquicultura. http://www.cnpma.embrapa.br/download/comunicado_44.pdf. Acessado em 12 de novembro de 2012.
- RAY, WM & YH CHIEN. 1992. Effects of stocking density and aged sediment on tiger prawn, *Penaeus monodon*, nursery system. *Aquaculture*, 104(34):23 1-248.
- ROY, LA. 2006. Physiological and nutritional requirements for the culture of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in low salinity water (PhD Dissertation). Auburn University, Auburn, AL, USA.
- ROY, LA, DA DAVIS, IP SAOUD, RP HENRY. 2007a. Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters. *Aquaculture*, 262, 461–469.
- ROY, LA, DA DAVIS, IP SAOUD, RP HENRY. 2007b. Supplementation of potassium, magnesium, and sodium chloride in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters. *Aquaculture Nutrition*, 13, 104–113.
- ROY, LA, DA DAVIS, TN NGUYEN. 2009. Supplementation of chelated magnesium to diets of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low-salinity waters of West Alabama. *Journal of the world aquaculture society*, vol. 40, No. 2, 248-254.
- ROY, LA, DA DAVIS, IP SAOUD, CA BOYD, HJ PINE, CE BOYD. 2010. Shrimp culture in inland low salinity waters. *Reviews in Aquaculture*, 2: 191-208.

- RUIZ-VELAZCO, JMJ, A HERNÁNDEZ-LLAMAS, VM GOMEZ-MUÑOZ. 2010. Management of stocking density, pond size, starting time of aeration, and duration of cultivation for intensive commercial production of shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquacultural Engineering*, 43: 114–119.
- SAMOCHA, TM, AL LAWRENCE & D POOSER. 1998. Growth and survival of juvenile *Penaeus vannamei* in low salinity water in a semi-closed recirculating system. *Israeli Journal of Aquaculture* 50: 55-59.
- SAMOCHA, TM, L HAMPER, CR EMBERSON, DA DAVIS, D McINTOSH, AL LAWRENCE, P VAN WYK. 2002. Review of some recent developments in sustainable shrimp farming practices in Texas, Arizona and Florida. *Journal of Applied Aquaculture*, 12: 1-30.
- SAMOCHA, TM, RL GANDY, DZ McMAHON, M MOGOLLÓN, RA SMILEY, TS BLACHER, A WIND, E FIGUERAS, M VELASCO. 2003. O papel dos sistemas de berçários para melhorar a eficiência de produção das fazendas de camarão. Aquicultura responsável para um futuro seguro: Trabalhos da Sessão Especial de Camarão Cultivado. *The World Aquaculture Society*.
- SAMOCHA, TM, S PATNAIK, M SPEED, A ALI, JM BURGER, RV ALMEIDA, Z AYUB, M HARISANTO, A HOROWITZ & DL BROCK. 2007. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Engineering*, 36: 184-191.
- SAMPAIO, LA, MB TESSER & WJ WASIELESKY. 2010. Avanços da maricultura na primeira década do século XXI: piscicultura e carcinocultura marinha. *Revista brasileira de zootecnia*, 39:102-111.
- SAOUD, IP, DA DAVIS, DB ROUSE. 2003. Suitability studies+ of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. *Aquaculture*, 217:373– 383.
- SCARPA, J & DE VAUGHAN. 1999. Culture of marine white shrimp *Penaeus vannamei* in fresh water. *Aquaculture* 98. Book of Abstracts. *World Aquaculture Society*, Las Vegas, February 15-19.
- SCHRYVER, PD, R CRAB, T DEFOIRDT, N. BOON, W VERSTRAETE. 2008. The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277: 125–137.
- SILVA, KR. 2009. Dinâmica do nitrogênio e do fósforo no cultivo superintensivo dos camarões *Litopenaeus vannamei* e *Farfantepenaeus paulensis* sem renovação de

- água. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Aquicultura. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande do Sul, Brasil. 68p.
- STRICKLAND, JDH, & TR PARSONS. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Ottawa: Fishery Research Board Canada, 310p.
- SUITA, SM. 2009. O uso da Dextrose como fonte de carbono no desenvolvimento de bio-flocos e desempenho do camarão-branco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado em sistema sem renovação de água. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Aquicultura. Universidade Federal de Rio Grande. Rio Grande do Sul, Brasil. 44p.
- TACON, AGJ, SF NATES, RJ MCNEIL. 2004. Dietary feeding strategies for marine shrimp: a review. In: Avances en Nutrición Acuícola VII. VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Memórias. Noviembre, Sonora-México.
- TEIXEIRA, PF. 2011. Fitoplâncton e protozooplâncton em viveiros de cultivo de camarão. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em Aquicultura. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande. 47p.
- THOMFORDE, H & CE BOYD. 1991. Effects of aeration on water quality and channel catfish production. Bamidgah, *Israeli Journal of Aquaculture*, 43: 3-26.
- THOMPSON, FL, PC ABREU & W WASIELESKY. 2002. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Aquaculture*, 203: 263-278.
- TILLMANN, U. 2004. Interactions between Planktonic Microalgae and Protozoan Grazers. *Journal Eukaryotic Microbiology*, 51 (2): 156-168.
- TREECE, GD. 2000. Shrimp culture. En: Stickney R.R. (Ed). *Encyclopedia of aquaculture*. John Wiley & Son, Inc. New York, USA, p.798-868.
- UNESCO, 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Manual and Guides 12, Intergovernmental Oceanographic Commission. Paris, France.
- UTERMÖHL, H. 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton metthodisch. Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie, 9: 1-38
- VALENZUELA, M, J SUÁREZ, A SÁNCHEZ, C ROSAS. 2002. Cultivo de camarón blanco del golfo *Litopenaeus setiferus* en estanques de manto freático. *II Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Limnología*. México, D.F. 23-25 Octubre. pp 1-9.

- VALENZUELA, WQ, G RODRÍGUEZ-QUIROZ & HM ESPARZA-LEAL. 2010. Cultivo intensivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (BOONE) em água de poço de baixa salinidade como alternativa acuícola para zonas de alta marginación. Ra Ximhai (Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable) Vol. 6. Numero 1, enero - abril 2010, pp. 1-8.
- VAN WYK, P & J SCARPA. 1999. 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. Chap. 06: 128-138.
- VINATEA, L. 2004. Princípios químicos de qualidade de água em aquicultura. Florianópolis, Santa Catarina. 231p.
- VINATEA L, AO GALVEZ, CL BROWDY, A STOKES, J VENERO, J HAVEMAN, BL LEWIS, A LAWSON, A SHULER & JW LEFFLER. 2010. Photosynthesis, water respiration and growth performance of *Litopenaeus vannamei* in a superintensive raceway culture with zero water exchange: Interaction of water quality variables. *Aquaculture. Engineering*, 42: 17–24.
- ZHANG, P, X ZHANG, J LI, G HUANG. 2006. The effect of body weight, temperature, salinity, pH, light intensity and feeding condition on lethal DO levels of white leg shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931). *Aquaculture*, 256:579-587.
- ZHU, C, SL DONG, F WANG, G HUANG. 2004. Effects of Na/K ratio in seawater on growth and energy budget of juvenile *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 234:485–496.
- ZHU, C, SL DONG, F WANG. 2006. The interaction of salinity and Na/K ratio in seawater on growth, nutrient retention and food conversion of juvenile *Litopenaeus vannamei*. *The Journal of Shellfish Research*, 25(1):107–112.
- WASIELESKY Jr, W.2000. Cultivo de juvenis do camarão rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: efeitos de parâmetros ambientais e manejo de cultivo. Rio Grande, FURG. 199p. (tese de doutorado).
- WASIELESKY, W, H ATWOOD, A STOKES, CL BROWDY. 2006a. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 258: p396-403.

- WASIELESKY, W, H ATWOOD, R KEGL, J BRUCE, A STOKES, CL BROWDY. 2006b. Efeito do pH na sobrevivência e crescimento do camarão branco *Litopenaeus vannamei* em cultivos superintensivos. *Aquacultura* 2006. Anais do congresso.
- WELSCHMEYER, NA. 1994. Fluorimetric analysis of chlorophyll a in the presence of chlorophyll b and pheopigments. *Limnology. Oceanography*, 39: 1985-1992.
- WHITIS, GN. 2007. Inland shrimp culture in Alabama. Alabama Cooperative Extension. Encyclopedia of Alabama. Online: <http://www.encyclopediaofalabama.org/face/Article.jsp?id=h-1302>, Última atualização: 10 de agosto de 2012. Acessado em: 15 de setembro de 2012.
- WYBAN, J, WA WALSH & DM GODIN. 1995. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the pacific white shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 138: 267-279.