



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA

BERÇÁRIO DE CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* (BONNE, 1931)
CULTIVADO EM ÁGUA OLIGOHALINA COM TECNOLOGIA DE
BIOFLOCO SOB DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM

Weverson Ailton da Silva

Serra Talhada, PE

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA

BERÇÁRIO DE CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* (BONNE, 1931)
CULTIVADO EM ÁGUA OLIGOHALINA COM TECNOLOGIA DE
BIOFLOCO SOB DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM

Weverson Ailton da Silva

Orientador: Prof. Dr. Ugo Lima Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro de Pesca.

Serra Talhada, PE

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

S586b Silva, Weverson Ailton da

Berçário de camarão *Litopenaeus vannamei* (BONNE, 1931) cultivado em água oligohalina com tecnologia de biofloco sob diferentes densidades de estocagem / Weverson Ailton da Silva. – Serra Talhada, 2018.
51 f.: il.

Orientador: Ugo Lima Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2018.
Inclui referências.

1. Camarões - Criação. 2. Semiárido brasileiro. 3. Bioflocos I. Silva, Ugo Lima, orient. II. Título.

CDD 639

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA

Parecer da banca examinadora da defesa de Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação Bacharelado em Engenharia de Pesca de Weverson Ailton da Silva.

Título: Berçário de camarão *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931) cultivado em água oligohalina com tecnologia de biofloco sob diferentes densidades de estocagem.

Orientador: Prof. Dr. Ugo Lima Silva

A banca examinadora composta pelos membros abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o aluno, Weverson Ailton da Silva, do curso de Engenharia de Pesca, da Universidade Federal Rural de Pernambuco da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como APROVADO.

Serra Talhada, 20 de Dezembro de 2018

Banca examinadora:

Prof. Dr. Ugo Lima Silva
Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE.

Prof^a. Dr^a. Girlene Fábila Segundo Viana
Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE.

Prof^a. Dr^a. Juliana Ferreira dos Santos
Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente à Deus, pois em todos os dias de minha vida se fez presente, ajudando a seguir em frente e com seu imenso amor ensinado a ser um homem de bem, aos meus pais, por sempre apostarem e confiarem em mim, ao meu irmão por ter sido companheiro quando precisei, à minha família, meu padrinho e á todos os meus amigos que me acompanharam nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter sido minha força, meu incentivo, por ter sido luz nas noites mais escuras, pois na minha mania de não enxergar minha capacidade e desacreditar de onde podia chegar, ele me surpreendia da forma mais bonita.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) , pela oportunidade de obter conhecimentos diversos e me formar em um curso superior de excelência, Engenharia de Pesca.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ugo Lima Silva, pela amizade, paciência, auxílio, pela confiança em mim depositada e principalmente por todos os ensinamentos que me ofereceu, tanto em sala de aula quanto em experiências na vida, tenho orgulho de ter trabalhado com uma pessoa tão incrível.

Ao Programa de Educação Tutorial (PET), pela contribuição para meu amadurecimento profissional. E claro, ao PET Pesca UAST, em especial aos membros e ex-membros, Cianne Nathally, Allysson Silva, Thais Vieira, Tays Ferreira, Denise Barros, Diógenes Almeida, Ayanne Jamires e Aurení Coelho.

Aos docentes, discentes e técnicos da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE) que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação, em especial aos professores Elton França, Mauricio Nogueira, Dráusio Veras, Danielle Matias, Luciana Sandra, Diogo Nunes, José Carlos, Hermes Diniz, Michele Adelino, Mário Henrique, Jarbas Dantas, Alan César e Virgínia Medeiros, por todo conhecimento, paciência e vivências ao longo desses 5 anos.

Às pessoas mais importantes da minha vida: minha mãe Ana Paula, por apoiar e acreditar em mim, e pelo seu amor incondicional; ao meu pai Ailton João, pela criação e ensinamento dos princípios básicos da vida, pelo exemplo de honestidade e por nunca ter deixado que eu desacreditasse do meu sonho; a meu irmão Welder Roberto pelo carinho, brigas, palavras de incentivo; aos meus tios e tias em especial Adriano João e Socorro Caetano por sempre mostrarem que esse sonho seria possível de ser realizado e que eles estariam ali em qualquer circunstância; às minhas avós Geny Rita e Creuza Joséfa por ser um exemplo de humildade e força; Meus avôs João Alexandre (*in memoriam*) e Paulo Joaquim, e a toda minha família. Muito obrigado por vocês estarem presentes em minha vida!

Ao meu padrinho Marcos, por ter sido essa fortaleza no meio de toda essa situação, uma parte dessa conquista é exclusivamente para o senhor.

Aos meus irmãos de graduação Carlos Yure Barbosa, Pedro Henrique Marins e Emerson Oliveira, por ter sido a família que me acolheu, e por ter compartilhado diversos momentos, eu sempre vou ser grato a vocês.

Aos colegas Alisson Arlindo, Taysa Estevão e Emanuella Araujo por ter sido colo quando eu mais precisei por nunca me deixar cair e sempre acreditar em mim.

Aos meus melhores professores, Dario Rocha, Renata Akemi, Juliana Santos, Fabia Viana, Francisco Marcante, pela amizade, intimidade, pela intensidade das coisas vividas, serei eternamente grato a vocês.

Aos meus amigos: Amanda Lima, Ana Karla, Aurélio Joaquim, Daniel Victor, Cicero Miguel, Diego Carvalho, Hyercules Alexandre, José Leandro, Larissa Nunes, Marília de Viveiros, Martina de Viveiros, Marcia Tavares, Natalia Maria, Paula Omena, Rosane Amaral, Urcijane Jamille e Valkíria Alves. Independe de perto ou longe, vocês foram, e são fundamentais e me proporcionaram momentos inesquecíveis.

RESUMO

O presente trabalho avaliou o cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* na fase berçário submetido a diferentes densidades de estocagem em sistema de bioflocos. O cultivo das pós-larvas de camarão marinho *L. vannamei* em tecnologia de bioflocos foi realizado no Laboratório de Experimentação de Organismos Aquáticos da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), durante o período de 28 dias. Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos: D2: 2 camarões. L⁻¹, D4: 4 camarões. L⁻¹ e D6: 6 camarões. L⁻¹, com quatro repetições. Foram utilizados 12 tanques com volume útil de 15 L de água. As pós-larvas com peso inicial 0,005 ± 0,001 g foram alimentadas com ração comercial contendo 40% de proteína bruta, com uma frequência de 3 vezes ao dia e taxa de alimentação de 10% da biomassa. Foram realizadas fertilizações com melão diariamente para manutenção da relação 15:1 (C:N). Durante o cultivo foram monitoradas as variáveis físicas e químicas de qualidade da água temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg. L⁻¹), condutividade (μS. cm⁻¹), salinidade (g L⁻¹), pH, sólidos dissolvidos totais, nitrogênio amoniacal total (N-NAT), nitrito (N-NO₂), nitrato (N-NO₃), fosfato inorgânico (P-PO₄), sólidos sedimentáveis (SS) e alcalinidade. O desempenho zootécnico das pós-larvas foi avaliado através das variáveis peso final (mg), sobrevivência (%), fator de conversão alimentar aparente (FCA), índice de condição, TCE (%. dia⁻¹), produtividade (PLs. L⁻¹) e crescimento semanal (mg). Constataram-se diferenças significativas no fator de conversão alimentar e produção de pós-larvas. Apesar dos valores de peso final, sobrevivência e crescimento semanal não diferirem significativamente entre os tratamentos (P > 0,05). Os melhores resultados, no que se refere a produção foram alcançados quando cultivados pós-larvas na densidade de 4 pós-larvas L⁻¹, quando comparado aos demais tratamentos (P < 0,05). A tecnologia de bioflocos é uma boa alternativa para o berçário de camarões, trazendo alta produtividade e maior sustentabilidade, principalmente em regiões do semiárido com pouca disponibilidade de água. A adoção das densidades de estocagem de 2000 a 6.000 PL. m⁻³ de *L. vannamei* não influenciaram significativamente as variáveis físicas químicas de qualidade da água.

Palavras-chave: desempenho zootécnico; semiárido; flocos microbianos

ABSTRACT

The present work evaluated the culture of the marine shrimp *Litopenaeus vannamei* in the nursery stage submitted to different storage densities in a biofloc system. The cultivation of post-larvae of *L. vannamei* marine shrimp in biofloc technology was carried out at the Laboratory of Experimentation of Aquatic Organisms of the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), during the 28-day period. A completely randomized design with three treatments was adopted: D2: 2 shrimps. L⁻¹, D4: 4 shrimps. L⁻¹ and D6: 6 shrimps. L⁻¹, with four replicates. Twelve tanks with a useful volume of 15 L of water were used. As post-larvae with initial weight 0.005 ± 0.001 g were fed commercial feed containing 40% crude protein, with a frequency of 3 times a day and feed rate of 10% of the biomass. Fertilizations were done with the daily use of the maintenance schedule of 15: 1 (C: N). During the cultivation were monitored as having success and were identified the types of light and temperature (°C), dissolved oxygen (mg L⁻¹), conductivity ($\mu\text{S Cm}^{-1}$), salinity (g L⁻¹), pH, total dissolved solids, total ammoniacal nitrogen (N-NAT), nitrite (N-NO₂), nitrate (N-NO₃), inorganic phosphate (P-PO₄), sedimentable solids (SS) and alkalinity. The performance of the post-larvae was obtained through the comparison of final weight (mg), survival (%), food replacement factor (FCA), condition index, TCE (%⁻¹) and weekly growth (mg). Differences were found not to be a factor of feed conversion and of post-larvae production. Despite the final weight values, survival and weekly evolution differed significantly between treatments ($P > 0.05$). The results of the results, with respect to one crop were reached when cultivated in the post-larvae of 4 post-larvae L⁻¹, as it was in many treatments ($P < 0.05$). Biofloc technology is a good alternative for the shrimp nursery, bringing high productivity and greater sustainability, especially in semi-arid regions with little availability of water. The adoption of storage densities from 2000 to 6,000 PL. m⁻³ of *L. vannamei* did not significantly influence the physical chemical variables of water quality.

Keywords: zootechnical performance; semiarid; microbial flakes

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tanques experimentais circulares com aeração utilizados em berçário de <i>L. vannamei</i>	23
Figura 2. Equipamento multiparâmetro portátil usado no monitoramento da qualidade da água	25
Figura 3. Equipamentos utilizados na biometria dos camarões <i>L. vannamei</i> . (A) Medição do comprimento total (mm) com uso de paquímetro digital; (B) Pesagem (g) com uso de balança digital	26
Figura 4. Variáveis físicas e químicas de qualidade da água de berçários de camarão <i>L. vannamei</i> cultivados sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de bioflocos D2: 2 camarões. L ⁻¹ ; D4: 4 camarões. L ⁻¹ ; D6: 6 camarões. L ⁻¹ . A – Temperatura (°C); B – Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹); C – Condutividade (µS. cm ⁻¹); D – Salinidade (g L ⁻¹); E – pH; F – Sólidos dissolvidos totais (mg. L ⁻¹).....	28
Figura 5. Variáveis físicas e químicas de qualidade da água de berçários de camarão <i>L. vannamei</i> cultivados sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de bioflocos D2: 2 camarões. L-1; D4: 4 camarões. L-1; D6: 6 camarões. L-1. A – Temperatura (°C); B – Oxigênio dissolvido (mg L-1); C – Condutividade (µS. cm-1); D – Salinidade (g L-1); E – pH; F – Sólidos dissolvidos totais (mg. L-1).....	33
Figura 6 . Curvas de crescimento da relação peso (g) e comprimento (mm) para camarões submetidos a diferentes densidades de estocagem.....	35
Figura 7. Resultado da análise de componentes principais da relação canônica das variáveis de desempenho zootécnico de camarões e qualidade da água do cultivo.....	36

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Valores médios \pm desvio padrão das variáveis físicas e químicas de qualidade da água de berçários de camarão *L. vannamei* cultivados sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de biofloco monitoradas diariamente (mínimo-máximo entre parênteses)..... 29
- Tabela 2.** Valores médios \pm desvio padrão das variáveis físicas e químicas de qualidade da água de berçários de camarão *L. vannamei* cultivados sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de biofloco monitoradas no início, meio e fim do cultivo. (mínimo-máximo entre parênteses)..... 31
- Tabela 3.** Valores médios \pm desvio padrão de variáveis de desempenho zootécnico do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* cultivado em águas oligohalinas com tecnologia de bioflocos durante berçário D2: 2 camarões. L⁻¹; D4: 4 camarões. L⁻¹; D6: 6 camarões. L⁻¹..... 34

SUMÁRIO

DEDICÁTORIA	
AGRADECIMENTOS	
RESUMO	
ABSTRACT	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1. CARCINICULTURA MUNDIAL E BRASILEIRA	13
2.2. TECNOLOGIA DE BIOFLOCO (BFT)	14
2.3 FASE BERÇÁRIO.....	17
2.4 ÁGUAS OLIGOHALINAS	18
2.5. NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DOS CAMARÕES.....	19
3. OBJETIVOS	22
3.1. OBJETIVO GERAL	22
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1. LOCAL DE EXECUÇÃO E INSTALAÇÕES EXPERIMENTAIS.....	23
4.2. DELINEAMENTO E PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	24
4.3.MATERIAL BIOLÓGICO E MANEJO ALIMENTAR.....	25
4.4. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA.....	25
4.5. AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DOS CAMARÕES.....	26
4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1. QUALIDADE DA ÁGUA.....	28
5.2. DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DOS CAMARÕES.....	33
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

A carcinicultura é uma das atividades da agropecuária brasileira de maior destaque na região nordeste, tendo *Litopenaeus vannamei* como a principal espécie de camarão cultivado representando no mundo cerca de 3.668.681 toneladas, 80% da produção mundial (FAO, 2016).

A produção do camarão marinho no Brasil demonstrou instabilidade ao longo dos anos (1997 a 2016), havendo expressivo crescimento entre os anos de 1997 a 2003, partindo de 3.600 toneladas para 90.190 toneladas (crescimento de 2.405,28 %) segundo a ABCC (2015) e oscilações entre o ano de 2003 a 2016, registrando queda de cerca de 34% em 2016 em relação a 2003, apresentando em 2016 apenas 60.000 toneladas (ABCC, 2016).

Este crescimento até o ano de 2003 tem sido atribuído a importação e o desenvolvimento do pacote tecnológico envolvendo dietas extrusadas, sistemas intensivos com produtividades de até 5.458 Kg. ha⁻¹, e mercado atrativo para o camarão branco do pacífico, *L. vannamei* (ABCC, 2016).

Porém, a partir do ano de 2003, houve declínio causado pela incidência de diversas doenças (principalmente IMNV), defasagem cambial do dólar frente a moeda nacional e a ação Anti-Dumping movida pelos Estados Unidos da América contra a importação do camarão brasileiro e recentemente a WSSV. Destes fatores negativos mencionados a IMNV (Mionecrose Infecciosa Viral) e a WSSV (Vírus da síndrome da mancha branca) talvez tenha sido os principais problemas enfrentados. A patogenicidade do vírus levou os carcinicultores a diminuírem sensivelmente as densidades praticadas nos viveiros de produção (caindo para produtividades de 2.400 Kg. ha⁻¹ em 2016) como forma de coibir o surgimento da enfermidade (ABCC, 2016).

No contexto de diminuir a incidência de doenças, emissão de efluentes, e proporcionar aumento de densidades em cultivos sustentáveis surgiram os cultivos biosseguros utilizando a tecnologia de bioflocos. Nestes sistemas, os viveiros são altamente oxigenados e fertilizados com fontes ricas em carbono a fim de estimular o desenvolvimento de bactérias heterotróficas e a formação de agregados microbianos (EBELING et al., 2006; GAO et al., 2012). Estas bactérias assimilam o nitrogênio amoniacal total (NAT) dissolvido na água (NAT = N-NH₃ + N-NH₄), gerado pela excreção do camarão e decomposição da matéria orgânica e produzem biomassa bacteriana rica em proteínas, carboidratos, lipídios e minerais servindo como

alimentação suplementar para os camarões (CRAB et al., 2007; GAO et al., 2012; XU et al., 2012).

Incorporada a estas tecnologias, surgiram também carciniculturas que captam água diretamente de ambientes marinhos e os cultivos em águas oligohalinas (0,5 – 5,0 ppt), destacando-se o uso de águas de poços, estes são baseados em fertilizações de materiais compostos de N-P-K.

A apresentação de bons resultados no cultivo do *L. vannamei* em águas com baixa salinidade vem incentivando cada vez mais a aplicação da carcinicultura na região do semiárido. Essa região apresenta grande presença de vários corpos d'água, e milhares de poços que foram construídos ou perfurados com o objetivo de minimizar os problemas sazonais causados pelas longas estiagens.

Uma das características marcantes na qualidade da água desses ambientes são a alcalinidade e dureza total elevadas, ou seja, acima de 150 e 300 mg. L⁻¹ CaCO₃, respectivamente. Essas características são de fundamental importância para o cultivo do camarão marinho *L. vannamei* nessas regiões.

Ao contrário do que se verifica com o cultivo de camarões marinhos em águas costeiras, existem poucos estudos sobre o papel ou os efeitos da qualidade das águas interiores no desenvolvimento do *L. vannamei*, tanto do ponto de vista fisiológico, como também nutricional (PESSÔA, 2015)

Nesse contexto , o presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho zootécnico do camarão branco do pacífico *Litopenaeus vannamei* na fase berçário submetido a diferentes densidades de estocagem bem como monitorar as variáveis hidrológicas da qualidade da água.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CARCINICULTURA MUNDIAL E BRASILEIRA

A produção de camarão marinho em cativeiro é uma atividade econômica que contribui de forma importante para a economia, geração de empregos e produção de alimentos em vários países. Em 2013 a carcinicultura produziu 4.454.602 toneladas alcançando valor de 22,662 bilhões de dólares segundo a (Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO, 2015a). Deste total 74% (3.314.447 toneladas) foram decorrentes do cultivo da espécie *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) que é o sexto organismo aquático mais cultivado no mundo, sendo suplantado por algumas espécies de peixes em biomassa produzida (3.314.447 toneladas em 2013), mas superando a todos em valor monetário, estimado em 16,514 bilhões de dólares (FAO, 2015b).

Em 2014 a aquicultura alcançou um marco fundamental, quando a produção de organismos aquáticos em cativeiro ultrapassou a produção pesqueira pela primeira vez. Porém, no contra ponto, a produção de camarão nos países asiáticos, maiores produtores da atualidade, experimentou uma visível queda nos últimos anos devido ao surgimento de doenças que prejudicam diretamente os índices produtivos. Diante deste quadro, se mostra necessário que produtores migrem para sistemas mais produtivos e biosseguros (FAO, 2016).

Para se compreender a importância de se preservar a sanidade dos camarões cultivados no Brasil, basta comparar o desempenho dessa atividade em alguns países produtores, como por exemplos:

Equador: área total do país, 256.370 km² / 600 km de costa. Área cultivada, 220.000 ha. Área Passível de Expansão, 30.000 ha; Produção, 406.334 t. Exportações 363.570 t / US\$ 2,45 bilhões em 2016;

Vietnã: área total do país, 331.114 km² / 4.444 km de costa. Área cultivada, 550.000 ha; Produção, 486.859 t. Exportações US\$ 3,3 bilhões em 2016;

Brasil: área total do país, 8.515.767 km² / 8.000 km de costa. Área cultivada, 25.000 ha, Área Passível de Expansão, 1.000.000 ha. Produção, 60.000 t. Exportações, 526 t / US\$3,1 milhões em 2016) (ABCC, 2017).

Ocorre que o Brasil produziu e exportou mais camarão cultivado do que o Equador, bem como ocupou o 2º lugar das exportações do setor primário do Nordeste e

o 1º lugar das exportações do setor pesqueiro brasileiro em 2003. Além disso, se destacou em 1º lugar nas importações de camarão pequeno / médio dos EUA em 2003; e em 1º lugar nas importações de camarão tropical da União Europeia, em 2004, com o Equador sempre em 3º lugar (ABCC, 2017).

Para os países latino-americanos, como a Colômbia, Cuba, República Dominicana, Equador, México e Nicarágua, o setor de carcinicultura representa uma importante fonte de renda. No entanto, na maioria destes países, há uma necessidade de aumentar a produtividade e competitividade do setor e a sua conformidade com os padrões internacionais de qualidade e ambientais.

Segundo a FAO (2014), a produção de *L. vannamei* em águas com baixa salinidade foi de 696.051,00, representando 21,89% do total.

O Brasil como vários países do mundo, tem adotado a estratégia de cultivar o *L. vannamei* em regiões com águas de baixa salinidade. Segundo dados da Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC, 2013), cerca de 28% das fazendas brasileiras tem captação de água utilizando poços, açudes ou rios com características de baixa salinidade. Essas fazendas são responsáveis por 25,06% da produção de camarão no país.

2.2. TECNOLOGIA DE BIOFLOCO (BFT)

A aquicultura é uma das atividades que fornece alimento de qualidade e na geração de emprego, porém, por trás disso se tem o alto impacto ambiental na realização dessa atividade. O maior impacto está ligado na mudança de qualidade de água, e no uso descontrolado dela, fazendo um descarte de forma inadequada. De acordo com Becerra-Dorame et al. (2014), um dos maiores desafios da aquicultura na atualidade é justamente produzir de forma econômica e sustentável.

A expansão da atividade aquícola em conjunto com o surgimento de enfermidades e emissão de efluentes no meio ambiente, tem despertado a atenção de órgãos ambientais fiscalizadores, bem como as Organizações Não Governamentais (ONGs), quanto a sustentabilidade da atividade (BURFORD et al., 2003). Assim novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas e aprimoradas nas últimas décadas, como a produção de organismos aquáticos em bioflocos (Sistema BFT - Biofloc Technology System). Este sistema visa desenvolver uma atividade que está de acordo com os

preceitos de sustentabilidade, otimizando o uso de água e reduzindo o descarte de efluentes, além de reduzir custos e elevar a produtividade (AVNIMELECH, 1999).

O Sistema BFT possui como principal característica a reutilização da água por diversos ciclos consecutivos, minimizando a necessidade de captação de água (WASIELESKY et al., 2006a). Os agregados e/ou flocos microbianos são constituídos basicamente por bactérias, protozoários, microalgas, metazoários, exoesqueletos, entre outros, predominando uma biota aeróbica e heterotrófica (DE SCHRYVER et al., 2008).

As bactérias heterotróficas presentes nos bioflocos garantem a assimilação de compostos nitrogenados, mantendo a qualidade da água. Além disso, os microorganismos presentes nos bioflocos representam uma importante fonte de proteína e outros importantes componentes alimentares que suplementam a nutrição dos camarões (JORY et al., 2001; SAMOCHA et al., 2007). Segundo Burford et al. (2004), o camarão branco *Litopenaeus vannamei*, possui capacidade de ingerir e reter quantidades significativas da produtividade natural no sistema. Nesse contexto Wasielesky et al. (2006) concluíram que o material particulado suspenso em sistemas de cultivo de *L. vannamei* com tecnologia BFT pode melhorar significativamente a conversão alimentar, o que resulta em menores custos de produção relacionados ao fornecimento de rações, sendo esta suprida em parte, pela produção natural associada aos bioflocos.

Na produção de camarões em sistemas de Bioflocos há acúmulo de compostos nitrogenados, devido a baixas taxas de renovação de água e altas densidades de estocagem, dessa forma, tem-se grandes concentrações em mg. L⁻¹ de Nitrogênio amoniacal, oriunda da excreção dos organismos produzidos e decomposição da matéria orgânica, e de nitrito, composto resultante da oxidação da amônia. Quando esses compostos estão presentes em elevadas concentrações são prejudiciais para os organismos aquáticos devido à sua alta toxicidade (LI et al. 2007; BOYD, 2007).

Na formação dos agregados microbianos no sistema BFT as interações mecânicas geradas pelos sistemas de aeração são fundamentais para o bom desenvolvimento dos bioflocos, sendo a velocidade de formação destes agregados influenciada pelo tamanho das bolhas de ar fornecidas pelo sistema de aeração (KRUMMENAUER et al., 2011). Provavelmente, quanto menor for o tamanho das bolhas de ar fornecidas pelo sistema de aeração, mais rápido devem se formar os

agregados, maturando os bioflocos mais rapidamente, os quais poderão servir de alimento alternativo para os camarões.

Em estudo realizado para determinar a preferência no tamanho de bioflocos consumido por camarões, estes demonstraram aptidão ao consumo de bioflocos de diversos tamanhos. Não sendo o tamanho um fator limitante no consumo do bioflocos, porém, afirma que o tamanho do bioflocos tem influência direta no reaproveitamento de nitrogênio (EKASARI et al., 2014).

Os sistemas de cultivo em bioflocos são mais eficientes e menos agressivos ao ambiente, com um grande potencial de aproveitamento de área, e com ótimos resultados de produtividade podendo chegar a 4,09 Kg. m⁻² (KRUMMENAUER et al., 2011). No contraponto dos sistemas convencionais ou extensivos, que tem uma grande demanda de área, com baixos resultados de produtividade de 0,155 Kg. m⁻² (SANDIFER et al., 1993). Outro fator que torna o sistema BFT mais eficiente é a demanda por água, este sistema é capaz de produzir 1 Kg de camarão com menos de 200 L, variando de 98 a 126 L. Kg⁻¹ (SAMOCHA et al., 2010). Enquanto que no sistema convencional para produzir a mesma quantidade de 1 Kg de camarão são necessários 60.000 litros de água (SANDIFER e HOPKINS, 1996). As características de retenção de água e aproveitamento dos nutrientes foram enaltecidas por Wasielesky et al. (2006), que o denominaram como sistema amigo do meio ambiente, por reduzir potencialmente o risco de poluição de águas costeiras e evitar propagação de possíveis patógenos entre as populações selvagens e cultivadas.

A utilização do sistema BFT permite aumentar as densidades de estocagem, Krummenauer et al. (2011) ao avaliar diferentes densidades de estocagem em um cultivo superintensivo utilizando sistema BFT, obtiveram resultados que demonstram que a densidade ideal para este tipo de cultivo é de 300 camarões. m⁻². Entretanto, altas densidades de estocagem exigem uma maior concentração de oxigênio dissolvido no sistema, então torna-se necessário um sistema de aeração capaz de manter uma certa circulação e revolvimento da coluna água para que não ocorra formação de zonas anóxicas.

2.4. FASE BERÇÁRIO

A fase de berçário é considerada uma etapa intermediária entre a larvicultura e a engorda dos camarões, onde são empregadas práticas de manejo mais intensivas e com elevadas densidades de estocagem de pós-larvas/juvenis até que seja atingido um peso aproximado de 1g (MOSS e MOSS, 2004). Esta fase permite diminuir os custos de produção, aumentando o número de safras, além de possibilitar um maior controle de doenças e maior sobrevivência durante a fase final de engorda dos camarões até o tamanho comercial (FOÉS et al., 2011). No entanto, o aumento excessivo da densidade de estocagem pode gerar uma redução do crescimento e sobrevivência dos camarões. Este fato é associado a uma combinação de fatores como: diminuição do espaço viável e a disponibilidade de alimento natural (PETERSON e GRIFFITH, 1999), aumento do canibalismo (ABDUSSAMAD e THAMPY, 1994), degradação da qualidade da água (NGA et al., 2005) e acúmulo de matéria orgânica no fundo do tanque (ARNOLD et al., 2006).

Este procedimento permite um melhor controle do manejo e biossegurança na fase inicial de cultivo, refletindo positivamente no desempenho zootécnico dos animais durante a fase de engorda, além dos benefícios relacionados com a otimização da área e produtividade do cultivo (MISHRA et al., 2008; FOÉS et al., 2011; WASIELESKY et al., 2013).

Na fase de berçário nos moldes tradicionais são necessárias constantes renovações de água para manter a qualidade dentro dos parâmetros aceitáveis para o crescimento e sobrevivência dos camarões. Esta prática de renovação gera um grande fluxo de descarte de efluentes no meio ambiente, promovendo em alguns casos a contaminação dos mananciais, além de permitir a liberação de espécies exóticas para o ambiente, disseminação de doenças e degradação do ecossistema adjacente (AVNIMELECH, 2009; FAO, 2010).

No povoamento dos viveiros em alguns casos, é utilizada uma técnica conhecida como “povoamento direto”, ou seja, a fase de berçário é abdicada, introduzindo as pós-larvas diretamente no viveiro de cultivo. No entanto, muitos estudos comprovam a importância do berçário durante o cultivo, uma vez que possibilita um sistema biosseguro para o melhor crescimento das pós-larvas do camarão, resultando em juvenis mais saudáveis e com alto potencial de crescimento (KUMLU, 2001; KRUMMENAUER et al., 2011; WASIELESKY et al., 2013).

Uma alternativa interessante para produtores que utilizam viveiros tradicionais para a fase de engorda é a realização da fase de berçário em sistema de bioflocos, uma vez que

permite utilizar densidades de estocagens mais elevadas, otimizando a área, o crescimento e a manutenção da qualidade de água, diminuindo assim os custos de produção, além de garantir maior controle de doenças, e conseqüentemente maior sobrevivência no ciclo final de produção (FÓES et al., 2011; WASIELESKY et al., 2013).

Ao aliar o sistema de bioflocos a esta fase do cultivo de camarões, bons índices que qualidade da água podem ser mantidos mesmo sem serem feitas renovações nos sistemas de criação (XU et al., 2012). Alguns estudos demonstram o importante papel do sistema de bioflocos em fases iniciais de cultivos na carcinicultura, fornecendo um ambiente mais seguro para o crescimento dos camarões. Isto resulta em juvenis com melhor potencial de crescimento e sanidade, o que reflete posteriormente no desempenho zootécnico dos animais na fase de engorda (KRUMMENAUER et al., 2010; WASIELESKY et al., 2013; LORENZO et al., 2016)

2.4. ÁGUAS OLIGOHALINAS

De acordo com Brandão (2007) ao se implantar uma criação de organismos aquáticos deve-se levar em consideração, além da licença concedida pelo órgão ambiental, à proximidade de estuários, visando facilitar a captação de água, que deve ser de excelente qualidade e livre de qualquer fonte de contaminação. Ainda segundo o autor, áreas costeiras com disponibilidade de águas oceânicas ou interiores com água oligohalina de baixa salinidade também podem ser utilizadas para esta finalidade.

Por serem, em alguns casos, apropriadas ao consumo humano, as águas oligohalinas tem sido definida por muitos e de forma equivocada, como sendo “água doce”. Cientificamente, águas oligohalinas possuem salinidade entre 0,5 e 0,6 g/L. A salinidade consiste em uma medida expressa em partes por mil (ppt) ou gramas por litro (g/L) e mede a quantidade total de sais inorgânicos na água, principalmente cloretos (Cl^-), sódio (Na^+), sulfato (SO_4^{2-}), magnésio (Mg^{2+}), cálcio (Ca^+) e potássio (K^+). A água doce possui uma concentração muito baixa destes sais quando comparada a água oligohalina. Além disso, valores elevados de dureza e alcalinidade são mais comuns em água oligohalina, do que em água doce, esses fatores são extremamente importantes, uma vez que águas essencialmente doces não são adequadas para o cultivo de camarão marinho (NUNES, 2001).

Diante de um mercado exigente e extremamente competitivo, a criação de camarões marinhos em água doce ou oligohalinas teve crescimento significativo no

país, destacando-o no ranking mundial, como um dos maiores produtores de camarão (CAMPOS e CAMPOS, 2006).

No entanto, o sucesso do cultivo em água com baixa salinidade depende, sobretudo, do domínio das técnicas de manejo a serem aplicadas, uma vez que a densidade interfere diretamente no rendimento da produção (FONSECA et al., 2009). É necessário ter-se conhecimento sobre as técnicas de aclimação das pós-larvas em baixa salinidade (SPANGHERO et al., 2008), a fim de se controlar a salinidade da água nos viveiros a serem povoados pelas pós-larvas comercializadas, que, normalmente, são cultivadas em salinidade superior a 20 g/L (VALENÇA e MENDES, 2009).

2.4 NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE CAMARÕES

Diversos estudos publicados revelam que as exigências nutricionais dos organismos aquáticos cultivados podem ser afetadas por fatores como alimentação, saúde, genética, meio ambiente e condições de manejo (DAVIS et al., 2002; NRC, 2011; WU, 2013). Assim como em peixes, o metabolismo dos camarões é diretamente influenciado por fatores dietéticos e não dietéticos (PONCE-PALAFIX; MARTINEZ-PALACIOS; ROSS, 1997; BUREAU et al., 2003; BETT; VINATA, 2009). Esses fatores atuam direta e indiretamente no metabolismo, modificando as vias metabólicas e, conseqüentemente, alterando o requerimento de aminoácidos e outros nutrientes (OLIVEIRA-NETO, 2014). Estudos recentes indicam que estágio de crescimento, densidade de estocagem, salinidade e regimes de troca de água têm potencial para afetar os requerimentos de aminoácidos de camarões peneídeos (LIU et al., 2014; FAÇANHA et al., 2016). No entanto, comparado com outros animais (e.g. suínos e aves), existe um número limitado de estudos que avaliam as interações entre fatores não dietéticos e os requerimentos nutricionais dos camarões cultivados.

As taxas de alimentação são estimadas para proporcionar a saciedade aparente dos camarões a fim de evitar competição alimentar e promover máximo crescimento, possibilitando diversos ciclos de produção ao ano (NUNES; PARSONS, 2006; NRC, 2011). A taxa de alimentação é definida como a porcentagem de alimento ofertado por dia em função do peso corporal do camarão cultivado (MOHANTY, 2001). Os percentuais das taxas alimentares tendem a decrescer a medida que os camarões vão alcançando maiores valores de peso corporal, isso ocorre em resposta a redução da síntese proteica e conseqüente redução das taxas de crescimento (NRC, 2011). As taxas

devem ser calculadas diariamente através de tabelas de alimentação combinadas com estimativas de crescimento, de sobrevivência e de conversão alimentar para calcular a oferta de ração diária (NUNES; PARSONS, 2000).

Em ambientes de cultivos extensivo ou semi-intensivo, onde as fontes de alimento natural são mais abundantes, uma restrição na oferta alimentar pode ser uma estratégia adotada para reduzir o fator de conversão alimentar e os custos com ração (NUNES et al., 2007).

Quando as concentrações de nutrientes são maiores na dieta que será ofertada, deve haver uma redução na sua oferta. Portanto, devemos considerar a relação oferta alimentar e densidade nutricional como uma relação inversamente proporcional. Assim, podemos presumir que um aumento nas taxas de alimentação poderá reduzir as exigências dietéticas dos organismos cultivados.

Existe uma preocupação com os principais íons (Na, K, Ca, Mg) encontrados na composição das águas marinhas (FIELDER et al., 2001; DAVIS et al., 2004; ZHU et al., 2004; ROY et al., 2007). Alguns autores sugerem que a água de baixa salinidade deve ter as mesmas proporções entre os íons que existe na água marinha (ROY, et al., 2007), já outros afirmam que pode haver diferenças proporcionais entre os íons e que uns são mais importantes que outros para o bom desempenho zootécnico dos camarões cultivados (FIELDER et al., 2001; DAVIS et al., 2004; ZHU et al., 2004).

Segundo Anderson et al. (1987) a contribuição do alimento natural no desenvolvimento dos camarões *Litopenaeus vannamei* é responsável por 53-77% no seu desenvolvimento. Estudos investigativos da dieta natural de camarões peneídeos, em ambientes naturais, e em viveiros de cultivo vem sendo desenvolvidos há muitos anos, como forma de identificar suas preferências alimentares e com base nessas informações, aprimorar as formulações das rações utilizadas para seu crescimento. Quase todos esses estudos foram realizados em áreas costeiras em ambientes naturais ou viveiros de cultivo, objetivando avaliar a composição da comunidade bentônica e quantificar e qualificar a composição do conteúdo estomacal dos camarões capturados nesses ambientes (ALLAN et al., 1995; NUNES et al., 1997; FOCKEN et al., 1998; NUNES; PARSONS, 2000; DECAMP et al., 2007; SOARES et al., 2004; SANTANA et al., 2008; CAMPOS et al., 2009; JORGESEN et al., 2009).

Além dos organismos da fauna bentônica, outros alimentos orgânicos fazem parte da alimentação dos camarões. Tem-se observado em alguns estudos uma participação considerável de material de origem vegetal nas dietas dos peneídeos

(SOARES et al., 2008). Amaya et al. (2007) afirmaram que vários autores já publicaram informações valiosas relativas a capacidade do camarão utilizar ingredientes de origem vegetal sob condições controladas, porém que a aplicação prática dos dados a partir desses estudos é limitada. Mesmo assim, ressalta-se que estudos nesse contexto com o *Litopenaeus vannamei*, cultivados em águas oligohalinas ainda são inexpressivos.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* durante a fase de berçário em sistema de biofloco adotando diferentes densidades de estocagem.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* cultivado nas diferentes densidades de estocagem com tecnologia de biofloco;
- Caracterizar as variáveis físicas e químicas de qualidade da água do camarão *L. vannamei* cultivado nas diferentes densidades de estocagem com tecnologia de biofloco;

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. LOCAL DE EXECUÇÃO E INSTALAÇÕES EXPERIMENTAIS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Experimentação de Organismos Aquáticos (LEOA) da Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAST/UFRPE), Serra Talhada, PE, Brasil. O berçário do camarão foi realizado durante o período de 22 de Julho a 18 de Agosto de 2017, totalizando 28 dias de cultivo.

Foram utilizados 12 tanques circulares de polietileno (capacidade útil de 15 L e área de 0,05107 m²) (Figura 1) abastecidos com água de poço, adicionando melão como fonte de carbono e constante aeração. Os tanques foram abastecidos com 15 L de água, não havendo renovação de água, apenas reposição para o controle por perda de evaporação.

Figura 1. Tanques experimentais circulares com aeração utilizados em berçário de *L. vannamei*.



Foi utilizado compressor radial com potência de 120 W para aeração dos tanques experimentais com uso de pedras porosas e cobertos com telas para evitar o escape dos animais, bem como, para facilitar o manejo na hora do arraçamento.

4.2. DELINEAMENTO E PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Foi adotado um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) composto por 3 tratamentos e 4 repetições, com povoamentos de diferentes densidades de estocagem: D2: 2 camarões. L⁻¹, D4: 4 camarões. L⁻¹ e D6: 6 camarões. L⁻¹.

Para estimular a formação dos agregados microbianos nos tratamentos, foi acrescentada diariamente uma fonte de carbono orgânico (melaço líquido), seguindo o descrito por Ebeling et al. (2006) na relação 15:1 (carboidrato: nitrogênio) a fim de favorecer o desenvolvimento de bactérias heterotróficas.

As quantidades de melaço adicionadas diariamente (10:00 h) nos tratamentos foram calculadas com base nas relações de carbono:nitrogênio (C:N) requeridas, na quantidade de nitrogênio da ração convertida em amônia (ΔN) e no conteúdo de carbono no melaço (%C), de acordo com Equação 1 e 2: $\Delta_{Melaço} = [\Delta N \times (C:N)] \times \%C^{-1}$ (1). $\Delta N = Q_{Ração} \times \%N_{Ração} \times \%N_{Excreção}$ (2).

Onde, $Q_{Ração}$ é a quantidade de ração ofertada diariamente, $\%N_{Ração}$ é a quantidade de nitrogênio inserido no sistema ($\%Proteína\ Bruta \times 6,25-1$) e $\%N_{Excreção}$ é o fluxo de amônia na água, diretamente da excreção ou indiretamente pela degradação microbiana de resíduos de nitrogênio orgânico.

A quantidade de melaço adicionada em cada unidade experimental para atender as requeridas relações C:N nos tratamentos foram calculadas usando as Equações (1) e (2): $\Delta_{Melaço} = [(Q_{Ração} \times \%N_{Ração} \times \%N_{Excreção}) \times (C:N)] \times \%C^{-1}$ (3).

O melaço utilizado contém cerca de 30% de carbono em relação à matéria seca, de acordo com análise realizada no Departamento de Química Instrumental da UFPE. Então, utilizando ração comercial contendo 40% de proteína (6,4% N) e que 50% do nitrogênio da ração são excretados ($\%N_{Excreção}$) segundo, Avnimelech (1999), temos: $\Delta_{Melaço} = [(Q_{Ração} \times 0,064 \times 0,5) \times (C:N)] \times 0,30^{-1} = Q_{Ração} \times 0,1067 \times (C:N)$ (4).

As equações descritas foram adaptadas de estudos realizados por Avnimelech (1999), Hari et al. (2004) e Samocha et al. (2007).

A água utilizada durante o cultivo era originária de poços existentes na universidade, no momento da captação era aferido os parâmetros dessa água, fazendo a correção para que a mesma ficasse adequada para o cultivo.

4.3. MATERIAL BIOLÓGICO E MANEJO ALIMENTAR

As pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* na forma PL12 foram adquiridas de laboratório comercial de camarão, localizado na Barra de Cunhaú, Canguaretama, RN. Os animais foram aclimatados e estocados em tanques com capacidade de 1000 L.

Os camarões foram alimentados diariamente com ração comercial com 40% de proteína bruta, ofertando 10 % do peso vivo dividido em seis tratos alimentares ao dia (08h00, 10h00, 12h00 14h00, 16h00 e 18h00).

Foi utilizada uma dieta comercial com diâmetro de 0,4 a 1,0 mm, com a seguinte composição: proteína bruta (40%), umidade (13%), extrato etéreo (9%), fibra bruta (4%), matéria mineral (12%), cálcio (3%) máx, cálcio (2%) mín e fósforo (1,3%).

4.4. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA

Durante o período do experimento foram monitoradas, duas vezes ao dia, as variáveis físico-químicas da água: temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade elétrica (Ms.cm^{-1}), salinidade (g.L^{-1}), sólidos dissolvidos totais (mg.L^{-1}) e potencial hidrogeniônico com uso de multiparâmetro (YSI ProPlus) (Figura 2).

Figura 2. Equipamento multiparâmetro portátil usado no monitoramento da qualidade da água. A- Vista do uso do equipamento mensurando as variáveis. B- Visão do display do equipamento com as variáveis monitoradas.

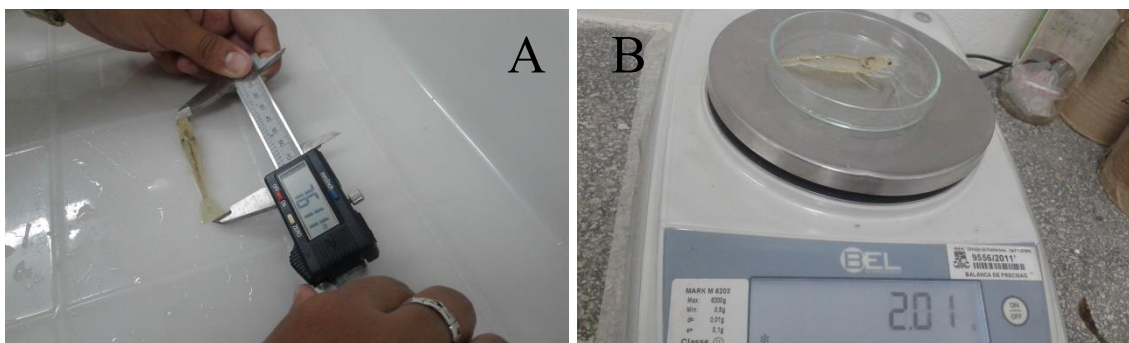


Semanalmente amostras de águas foram coletadas e mensurados o nitrogênio amoniacal total (N-NAT), nitrito (N- NO_2), nitrato (N- NO_3), fosfato orgânico (P- PO_4), sólidos suspensos totais (SST), sólidos sedimentáveis (SS) e alcalinidade.

4.5. AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DOS CAMARÕES

As biometrias das foram realizadas utilizando balança digital (d = 0,001g) e paquímetro digital (mm). Após 28 dias de cultivo, foi avaliado o desempenho zootécnico das pós-larvas de camarão *L. vannamei*, através das seguintes variáveis: peso final (mg), sobrevivência (%), fator de conversão alimentar, produção (pós-larvas. L⁻¹) e crescimento semanal (mg).

Figura 3. Equipamentos utilizados na biometria dos camarões *L. vannamei* (A) Medição do comprimento total (mm) com uso de paquímetro digital; (B) Pesagem (g) com uso de balança digital.



Após 28 dias, foram avaliados os parâmetros zootécnicos: peso médio inicial (g), peso médio final (g), ganho de peso (g), sobrevivência (%), biomassa final(g) e fator de conversão alimentar (FCA).

O ganho de peso dos camarões de cada unidade experimental foi obtido pela seguinte fórmula: Ganho de peso (g) = peso médio final (g) – peso médio inicial (g).

A taxa de crescimento semanal foi calculada de acordo com Bagenal (1978), utilizando a seguinte fórmula: $G \text{ (g/semana)} = (Pf \text{ (g)} - Pi \text{ (g)}) \times 100 \cdot NS^{-1}$, Onde Pf representa o peso final, Pi o peso inicial e NS o número de semanas do experimento.

A conversão alimentar aparente (FCA) foi obtida pela seguinte fórmula: $CAA = \text{alimento oferecido (g)} / \text{incremento de biomassa (g)}$.

Esta relação é útil para determinar o peso e a biomassa, quando apenas as medidas de comprimento são avaliadas, indicando condições e permitindo comparações. A sobrevivência foi calculada através da seguinte fórmula: $S \text{ (%) } = (\text{peso total (g)} / \text{peso individual (g)}) \times 100$.

O fator de condição é a relação entre peso-comprimento expresso pela fórmula $K = (P/L^3) \times 100$, onde P é peso em gramas e L o comprimento em cm elevado ao cubo.

4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para comparação das análises entre os tratamentos, foi inicialmente testada à normalidade dos dados (teste de Shapiro-Wilk) e a homocedasticidade (teste de Cochran) dos erros das variâncias. Foi utilizada à análise de variância (ANOVA), nos casos em que houve diferença significativa, o teste de Tukey foi aplicado para comparação de médias dos tratamentos, ao nível de significância de 5%.

Foi realizada uma análise de correlação canônica entre os quatro tratamentos, incluindo as variáveis abióticas (temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, salinidade, pH, e potencial de oxi-redução) e as variáveis biológicas (sobrevivência, ganho de peso, ração, comprimento). Para comparação, foi utilizada uma análise de similaridade (ANOSIM).

Os resultados de repleção dos estômagos coletados foram avaliados através de teste de proporção que adota uma distribuição binomial.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. QUALIDADE DA ÁGUA

As variáveis físicas e químicas de qualidade da água monitoradas diariamente em berçários de camarão *L. vannamei* cultivados sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de bioflocos estão sumarizados na figura 4 e tabela 1.

Figura 4. Variáveis físicas e químicas de qualidade da água de berçários de camarão *L. vannamei* cultivados sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de bioflocos D2: 2 camarões. L⁻¹; D4: 4 camarões. L⁻¹; D6: 6 camarões. L⁻¹. A – Temperatura (°C); B – Oxigênio dissolvido (mg. L⁻¹); C – Condutividade (μS. cm⁻¹); D – Salinidade (g. L⁻¹); E – pH; F – Sólidos dissolvidos totais (mg. L⁻¹).

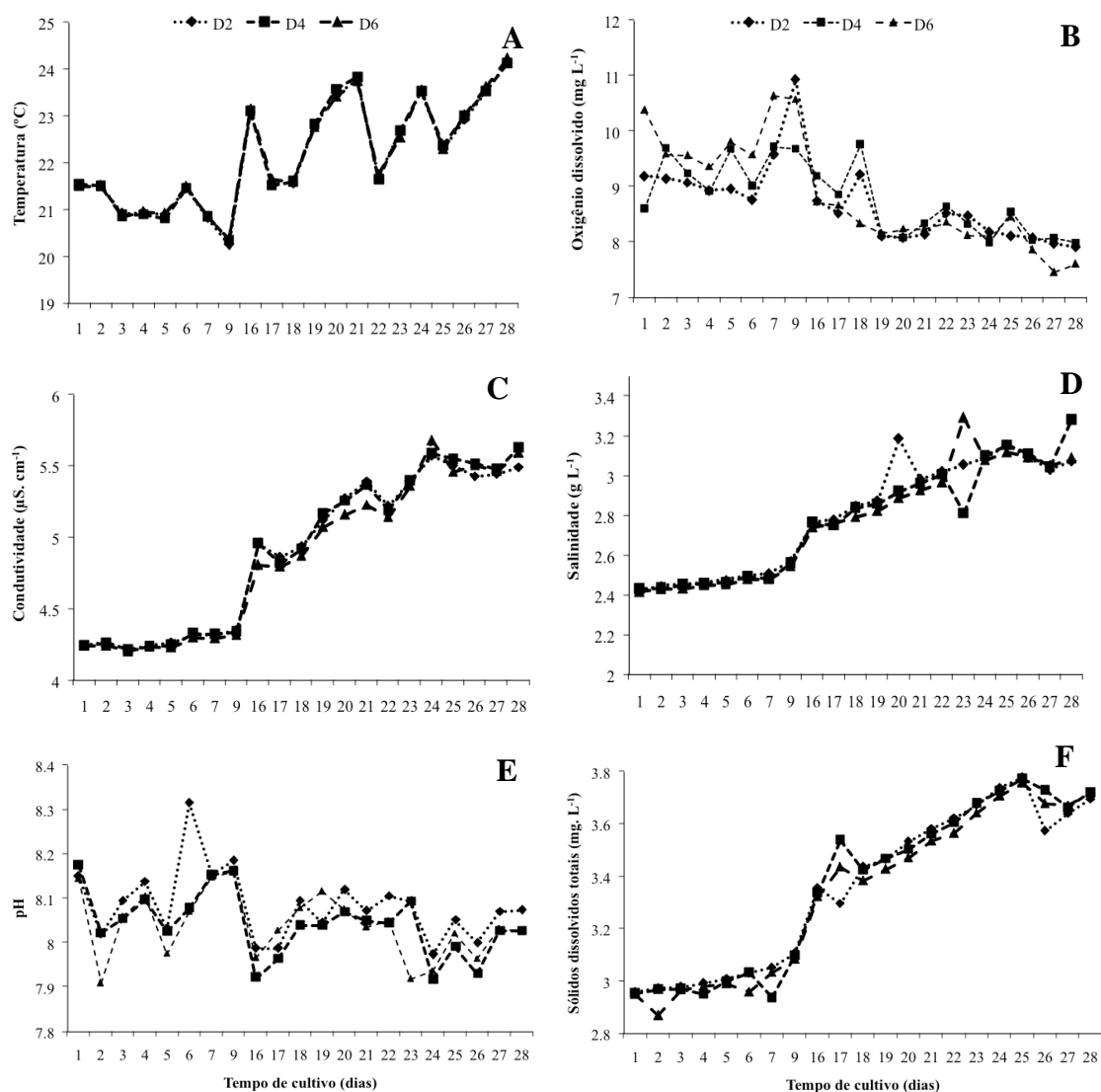


Tabela 1. Valores médios \pm desvio padrão das variáveis físicas e químicas de qualidade da água de berçários de camarão *L. vannamei* cultivados sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de bioflocos monitoradas diariamente (mínimo-máximo entre parênteses)

Variáveis	Turno	Tratamentos*		
		D2	D4	D6
Temperatura (°C)	M	20,25 \pm 0,46 (19,85 – 21,2)	20,98 \pm 0,80 (19,80 – 22,37)	21,01 \pm 0,81 (19,87 – 22,5)
	T	23,55 \pm 1,70 (21,52 – 25,95)	23,70 \pm 1,71 (21,55 – 26,0)	23,66 \pm 1,71 (21,5 – 25,97)
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	M	8,82 \pm 0,50 (8,25 – 9,71)	9,15 \pm 0,49 (7,90 – 10,87)	9,05 \pm 1,02 (7,39 – 10,57)
	T	8,33 \pm 0,63 (7,58 – 9,44)	8,35 \pm 0,49 (7,71 – 9,43)	8,48 \pm 0,94 (7,47 – 10,83)
Condutividade elétrica (μ S. cm ⁻¹)	M	4,79 \pm 0,48 (4,10 – 5,38)	4,29 \pm 0,49 (4,12 – 5,47)	4,77 \pm 0,49 (4,09 – 5,59)
	T	5,07 \pm 0,61 (4,24 – 5,79)	5,06 \pm 0,65 (4,25 – 5,84)	5,03 \pm 0,62 (4,24 – 5,78)
Salinidade (g. L ⁻¹)	M	2,81 \pm 0,28 (2,44 – 3,18)	2,79 \pm 0,28 (2,44 – 3,28)	2,79 \pm 0,28 (2,41 – 3,27)
	T	2,80 \pm 0,29 (2,42 – 3,19)	2,78 \pm 0,27 (2,43 – 3,16)	2,79 \pm 0,30 (2,41 – 3,30)
pH	M	8,10 \pm 0,08 (7,95 – 8,26)	8,06 \pm 0,09 (7,87 – 8,2)	8,07 \pm 0,11 (7,82 – 8,2)
	T	8,05 \pm 0,10 (7,91 – 8,4)	8,01 \pm 0,07 (7,83 – 8,2)	7,99 \pm 0,09 (7,71 – 8,1)
Sólidos dissolvidos totais (mg. L ⁻¹)	M	3,37 \pm 0,29 (2,97 – 3,76)	3,38 \pm 0,33 (2,82 – 3,83)	3,34 \pm 0,32 (2,78 – 3,76)
	T	3,36 \pm 0,31 (2,95 – 3,79)	3,36 \pm 0,32 (2,92 – 3,764,5)	3,35 \pm 0,32 (2,98 – 3,75)

M – Manhã; T – Tarde; D2: 2 camarões. L⁻¹; D4: 4 camarões. L⁻¹; D6: 6 camarões. L⁻¹.

*Ausência de letras sobrescritas entre colunas não diferem significativamente entre tratamentos (P>0,05).

Constatou-se que as variáveis temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade, salinidade, pH e sólidos dissolvidos totais não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (P>0,05).

A temperatura foi parâmetro mais preocupante durante o cultivo, estando fora do recomendado para o melhor desenvolvimento da espécie (28 a 32°C), as demais variáveis de qualidade da água monitoradas diariamente estiveram dentro do padrão recomendado para o cultivo de camarão *L. vannamei* em águas oligohalinas (NUNES, 2001).

A aeração é fundamental para a sobrevivência de microrganismos na água e indispensável para a ciclagem dos nutrientes.. Conforme descreve Avnimelech (2009), os valores ideais de oxigênio dissolvido para o cultivo da espécie, devem ser maiores que 4,0 mg. L⁻¹. Com base neste valor, as concentrações encontradas durante todo o experimento mantiveram-se acima de 7,39 mg/L, indicando que a aeração projetada foi satisfatória para manter o nível de oxigênio adequado na água, como também foi mantido os bioflocos em suspensão dentro dos tanques.

Van Wyk (1999), relata que na criação de camarão, os valores de pH entre 7,0 e 8,0 estão na faixa ideal para o cultivo. Esse parâmetro influencia em quase todas as reações químicas que ocorrem na água, além de interferir nos processos fisiológicos do camarão. Neste sentido, Wasieleski et al. (2006) afirmam que valores do pH abaixo de 7 podem comprometer o desenvolvimento do *L. vannamei*. De acordo com Wasielesky et al. (2006), no cultivo de camarões em sistemas de bioflocos, a respiração dos microrganismos, juntamente com a alta densidade de estocagem, resulta na redução dos valores do pH da água.

A salinidade foi uma das variáveis que ao longo do cultivo foi aumentando gradativamente, Fonseca et al. (2009) afirmam que a espécie é tipicamente eurialina pois possui a habilidade de tolerar larga variação de salinidade (0,5 – 40 g/L). A salinidade é um fator determinante para o crescimento, porém levando em consideração essa ampla faixa de variação, os animais mesmo em faixas de salinidade de 0,5 g/L, têm sua sobrevivência e crescimento adequado. Os valores de salinidade do experimento mantiveram-se em torno de 2,8 g.L⁻¹ estando dentro dos valores indicados para a espécie.

A quantidade de sólidos dissolvidos totais é um dos parâmetros que deve ser levados em consideração, principalmente em sistemas fechados. O excesso de nutrientes na água pode levar a um acúmulo indesejado de sólidos e conseqüentemente uma eutrofização da água do cultivo. Com o aumento dos sólidos dissolvidos vai ocorrer o comprometimento dos índices de crescimento e sobrevivência. Neste sentido o

CONAMA (2005) indica que o valor máximo permitido para os sólidos é de 500 mg/L. Valores acima do permitido vai incidir em diminuição da produção, pois o descontrole desse parâmetro tem forte influência em outros parâmetros da qualidade de água como pH e alcalinidade (FURTADO et al., 2011).

Os valores obtidos das análises para a condutividade elétrica se mostraram sempre acima de $2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. A condutividade é a habilidade da água em permitir a passagem da corrente elétrica, e os principais elementos responsáveis pela CE são os íons inorgânicos dissolvidos ou a sua salinidade (SÁ, 2012). Pode-se observar nas figuras 4C, D e F apresentaram tendências similares ao longo do cultivo.

Amostras foram coletadas nos dias 1, 14 e 28 de cultivo em berçários de camarão *L. vannamei* cultivados sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de biofoco para avaliação dos nutrientes dissolvidos na (tabela 2 e figura 5).

Tabela 2. Valores médios \pm desvio padrão das variáveis físicas e químicas de qualidade da água de berçários de camarão *L. vannamei* cultivados sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de biofoco monitoradas no início, meio e fim do cultivo. (mínimo-máximo entre parênteses).

Variáveis	Tratamentos		
	D2	D4	D6
Amônia total [mg N- (NH ₄ + NH ₃). L ⁻¹]	0,29 \pm 0,29 (0,01 – 0,60)	0,66 \pm 0,31 (0,41 – 1,01)	0,35 \pm 0,39 (0,12 – 0,81)
Nitrito (mg N-NO ₂ . L ⁻¹)	0,72 \pm 0,89 (0,14 – 1,75)	0,84 \pm 0,78 (0,21 – 1,75)	1,01 \pm 0,80 (0,14 – 1,72)
Nitrato (mg N- NO ₃ . L ⁻¹)	13,31 \pm 9,68 (3,90 – 23,25)	20,94 \pm 3,08 (17,85 – 24)	19,50 \pm 5,88 (13,02 – 24,5)
Fosfato inorgânico (mg P-PO ₄ . L ⁻¹)	51,20 \pm 10,22 (42,30 – 62,37)	46,42 \pm 9,21 (37,12 – 55,55)	53,10 \pm 6,54 (46,45 – 59,52)
Alcalinidade total (mg CaCO ₃ . L ⁻¹)	255,83 \pm 20,01 (236,25–276,25)	281,66 \pm 16,31 (268,75–300)	277,5 \pm 43,37 (230 – 315)
Sólidos sedimentáveis (mL. L ⁻¹)	4,05 \pm 2,61 (1,95 – 7,37)	5,75 \pm 3,94 (2,97 – 11,77)	14,88 \pm 13,25 (2,52 – 34,37)

*Ausência de letras sobrescritas entre colunas não diferem significativamente entre tratamentos (P>0,05).

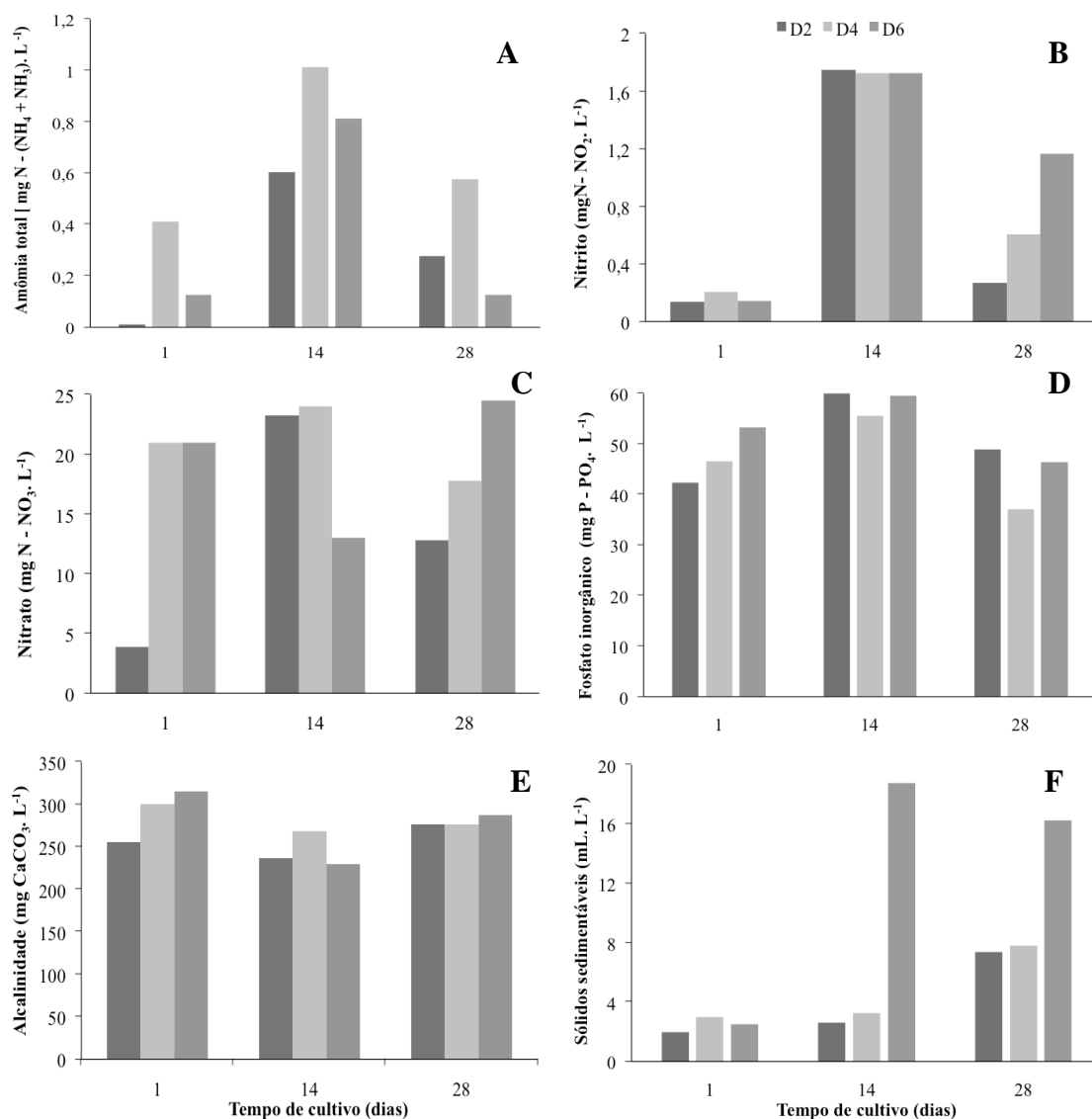
D2: 2 camarões. L⁻¹; D4: 4 camarões. L⁻¹; D6: 6 camarões. L⁻¹.

Constatou-se que as variáveis de sólidos sedimentáveis (mL. L⁻¹), Nitrito (mg NO₂. L⁻¹), Nitrato, Amônia, Fosfato e Alcalinidade não apresentaram diferença significativa dentre os tratamentos (P>0,05).

A amônia total, nitrito e nitrato nos tanques z permaneceram abaixo dos níveis tóxicos para *Litopenaeus vannamei* (Van Wyk & Scarpa 1999, Lin & Chen 2001, Lin & Chen 2003). A amônia total foi mantida em níveis baixos durante os experimentos, muito provavelmente resultante do desenvolvimento da comunidade microbiana que foi estabelecida na água da cultura. Devido à adição de melão e ao ajuste da relação C: N, a comunidade bacteriana foi capaz de usar o dissolvido nitrogênio para formar biomassa (BRATVOLD & BROWDY 2001, BALLESTER ET AL. 2010)

As concentrações de alcalinidade observadas nesse trabalho são importantes no processo de muda dos camarões e responsáveis também pela capacidade de tamponamento da água, evitando flutuações do pH da água do cultivo (ARANA, 2004).

Figura 5. Variáveis físicas e químicas de qualidade da água de berçários de camarão *L. vannamei* cultivados sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de biofloco D2: 2 camarões. L⁻¹; D4: 4 camarões. L⁻¹; D6: 6 camarões. L⁻¹. A – Temperatura (°C); B – Oxigênio dissolvido (mg L⁻¹); C – Condutividade (μS. cm⁻¹); D – Salinidade (g L⁻¹); E – pH; F – Sólidos dissolvidos totais (mg. L⁻¹).



5.2. DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DOS CAMARÕES

As variáveis de desempenho zootécnico: peso médio final, sobrevivência, fator de conversão alimentar (FCA), fator de condição e crescimento médio semanal (CMS) não demonstraram diferença significativa entre os tratamento ($P > 0,05$), entretanto a produção foi significativamente superior nos tratamentos D4 e D6 ($P < 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios \pm desvio padrão de variáveis de desempenho zootécnico do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* cultivado em águas oligohalinas com tecnologia de bioflocos durante berçário D2: 2 camarões. L⁻¹; D4: 4 camarões. L⁻¹; D6: 6 camarões. L⁻¹.

Variáveis	Tratamentos		
	D2	D4	D6
Peso médio final (mg)	51,80 ^a \pm 8,30	46,20 ^a \pm 1,90	44,70 ^a \pm 6,60
Sobrevivência (%)	71,66 ^a \pm 10,36	61,67 ^a \pm 14,33	49,72 ^a \pm 9,22
FCA	2,08 ^a \pm 0,36	2,11 ^a \pm 0,58	2,68 ^a \pm 0,89
Produção (PL's. L ⁻¹)	1,43 ^b \pm 0,21	2,47 ^a \pm 0,57	2,98 ^a \pm 0,55
Fator de condição (K)	0,54 ^a \pm 0,04	0,58 ^a \pm 0,07	0,56 ^a \pm 0,05
CMS (mg. semana ⁻¹)	11,70 ^a \pm 2,10	10,30 ^a \pm 0,50	9,90 ^a \pm 1,70

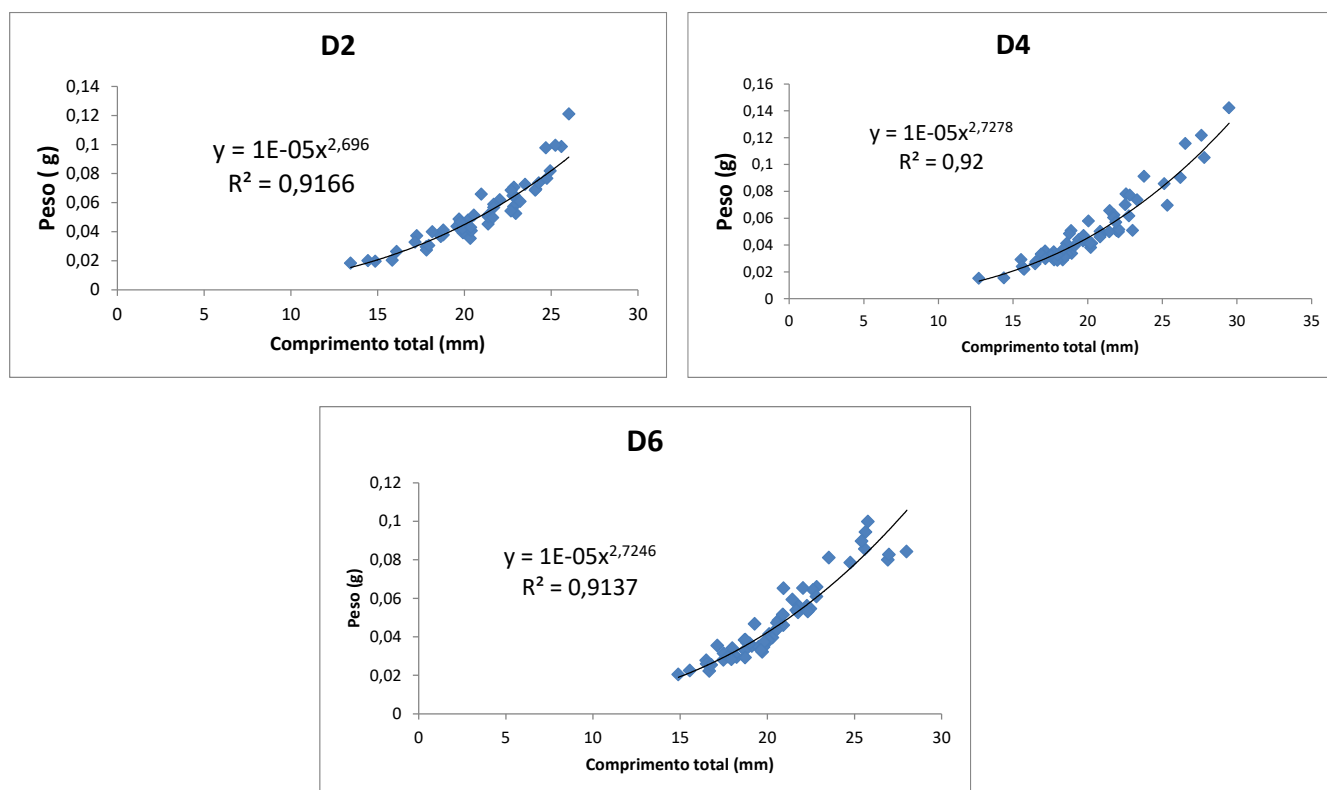
*Letras distintas sobrescritas entre colunas diferem significativamente entre tratamentos pelo teste de Tukey (P<0,05). FCA- Fator de Conversão Alimentar, CMS- crescimento médio semanal.

A variável de maior destaque foi a Produção, onde os tratamentos D4 e D6 foram superiores ao tratamento D2, uma justificativa visível para isso é o a densidade de estocagem atribuída para cada tratamento, no caso do D2 um número menor de indivíduos comparado aos outros tratamentos foram estocados, possivelmente uma menor produção irá se obter independente da sobrevivência quando comparados aos outros tratamentos.

As demais variáveis não se mostraram diferenças estatisticamente, mesmo com um resultado visivelmente diferente, podendo atribuir isso ao fato de que as densidades eram diferentes, porem caso fossem iguais os resultados seriam na mesma proporção.

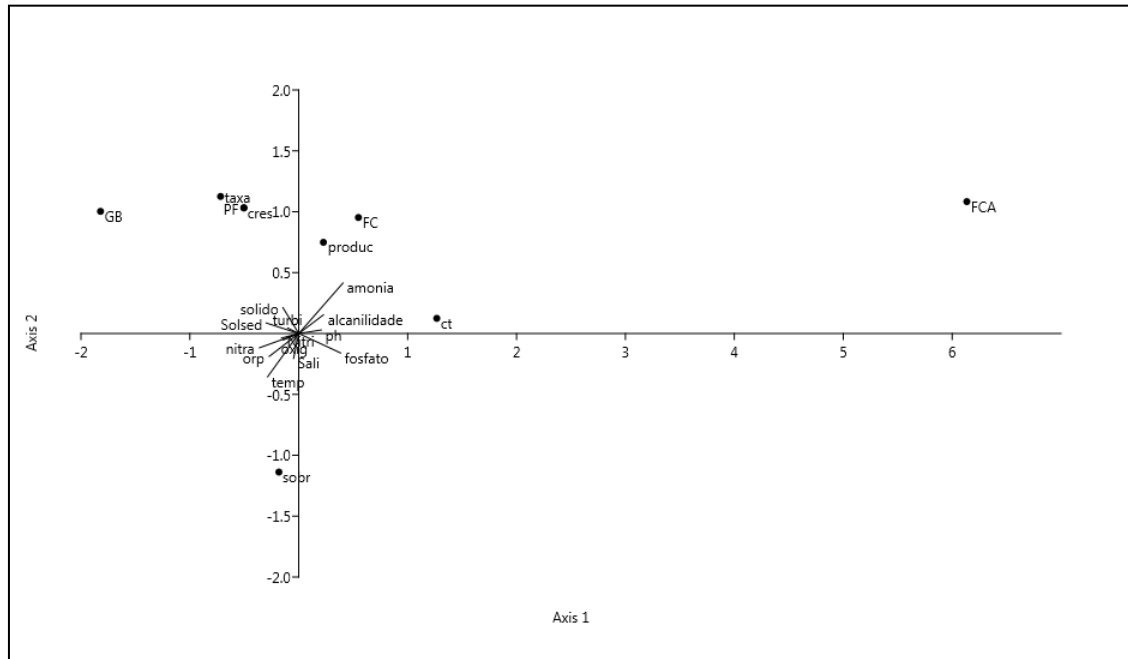
Ao final do cultivo foram avaliadas curvas de crescimento para camarões submetidos aos três tratamentos. O peso final (mg) e o comprimento total (mm) alcançados pelos camarões nos tratamentos D2 (52,0 mg e 20,1 mm), D4 (57,5 mg e 20,3 mm) e D6 (47,6 mg e 20,1 mm), não apresentando diferença significativamente entre os tratamentos (P > 0,05). Os valores de peso e comprimento foram ajustados satisfatoriamente aos modelos matemáticos polinomiais com R² variando de 0,91 a 0,93 como mostra a Figura 6 . O crescimento das pós-larvas de camarão *L. vannamei* cultivadas em densidades de estocagem de 2 a 6 pós-larvas. L⁻¹ com tecnologia de bioflocos apresentaram crescimento similar.

Figura 6 . Curvas de crescimento da relação peso (g) e comprimento (mm) para camarões submetidos a diferentes densidades de estocagem. D2: 2 camarões. L⁻¹; D4: 4 camarões. L⁻¹; D6: 6 camarões. L⁻¹.



Ao analisar a relação canônica, a variável canônica 1 (CCA1) representou 52,32% da variação dos dados, enquanto que a variável canônica 2 (CCA2) representou 33,81% (Figura 7). A variável de maior influência na CCA1 foi o FCA, seguido do ganho de biomassa. Dentre as variáveis ambientais, a amônia e a temperatura apresentaram maior influência na separação dos grupos, com base na CCA1. Quando analisada a segunda componente (CCA2), o FCA, peso final e ganho de peso foram às variáveis mais influentes, acompanhadas das mesmas variáveis ambientais que determinaram a CCA1.

Figura 7. Resultado da análise de componentes principais da relação canônica das variáveis de desempenho zootécnico de camarões e qualidade da água do cultivo.



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das densidades de cultivo adotadas durante o experimento com *L. vannamei* em águas oligohalinas, não foi possível constatar diferença significativa sobre as diferentes densidades de estocagem.

É possível produzir pós-larvas de camarão marinho para produção de juvenis no com uso de águas oligohalinas. Faz-se necessário refazer novos experimentos com as mesmas estratégias de cultivo, porém com densidades maiores e por tempo de cultivo mais prolongado.

As densidades de estocagem de 2000 a 6.000 PL. m⁻³ não influenciaram na qualidade da água do cultivo do *L. vannamei*.

Cultivar camarões nas densidades de 4000 a 6000 PL. m⁻³ incrementam a produção de *L. vannamei* cultivados em águas oligohalinas em BFT.

7 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCC. O censo da carcinicultura nacional em 2011. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão**, ano XV, , p. 24-28, Janeiro de 2013.

ABDUSSAMAD, M.; THAMPY, M. Cannibalism in the tiger shrimp *Penaeus monodon* Fabricius in nursery rearing phase. **Journal of Aquaculture in the Tropics.**, v. 9, p.67–75, 1994.

ALLAN, G.F.; MORIARTY, D.J.W.; MAGUIRE, G.B. Effects of pond preparation and feeding rate on production of *Penaeus monodon* Fabricius, water quality, bacteria and benthos in model farming ponds. **Aquaculture** 130, 329–349, 1995.

AMAYA, E.A., DAVIS, D.A., AND ROUSE, D.B. (2007). Alternative diets for the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, 262, p. 419-425.

ANDERSON, R.K.; PARKER, P.L.; LAWRENCE, A. A ¹³C/¹²C tracer study of the utilization of presented feed by a commercially important shrimp *Penaeus vannamei* in a pond growout system. **Journal of World Aquaculture Society** 18, 148– 155, 1987.

ARNOLD, S.J.; SELLARS, M.J.; CROCOS, P.J.; COMAN, G.J. Intensive production of juvenile tiger shrimp *Penaeus monodon*: an evaluation of stocking density and artificial substrates. **Aquaculture**, v. 26, p.890-896, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO. Projeto executivo para apoio político ao desenvolvimento do camarão marinho cultivado. Recife: [s.n], 2016.

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

AVNIMELECH, Y. Biofloc Technology, a practical guide book. **World Aquaculture Society**. P. 182, 2009.

BAGENAL, T.B. 1978. Methods for assessment of fish production in fresh waters. Oxford: **Blackwell Science**, 1978. 365p.

BETT, C.; VINATEA, L. Combined effect of body weight, temperature and salinity on shrimp *Litopenaeus vannamei* oxygen consumption rate. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 57, p. 305–314, 2009.

BECERRA-DORAME, M. J.; MARTINEZ-CORDOVA, L. R.; MARTÍNEZ-PORCHAS, M.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; LÓPEZ-ELÍAS, J. A.; MENDOZA-CANO, F. Effect of using autotrophic and heterotrophic microbial-based systems for the pre-grown of *Litopenaeus vannamei*, on the production performance and selected haemolymph parameters. **Aquaculture Research**, Oxford, v.45, n.5, p.944-948, 2014.

BOYD, C. E. Nitrification important process in aquaculture. **Global Aquaculture Advocate**, v.5, p.64–66, 2007.

BOYD, C. E.; CLAY, J. W. Shrimp aquaculture and the environment. **Scientific American**, v.278, p.58-65, 1998.

BRANDÃO, W. N. Preparação de viveiro – povoamento de camarões. Dossiê técnico. Rede de tecnologia da Bahia - RETEC/BA, 2007.

BUREAU, D. P. Bioenergetics. In: HALVER, J. E.; HARDY, R. W. (Eds.). Fish Nutrition. Third ed. San Diego: Academic Press, 2003. p. 1–59.

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

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

CAMPOS, K. C.; CAMPOS, R. T. Alternativa econômica para o novo rural do Nordeste brasileiro: O cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em água doce. **Revista Gepec**, v.10 , p. 40-53, 2006.

CHEN, H. Y.; LEU, Y. T.; ROELANTS, I. Quantification of arginine requirements of juvenile marine shrimp, *Penaeus monodon*, using microencapsulated arginine. **Marine Biology**, v. 114, p. 229–233, 1992.

CHO, S. H.; JO, J. Y.; KIM, D. S. Effects of variable feed allowance with constant energy and ratio of energy to protein in a diet for constant protein input on the growth of common carp (*Cyprinus carpio L.*). **Aquaculture Research**, v. 32, p. 349–356, 2001.

CHO, S. H.; LOVELL, R. T. Variable feed allowance with constant protein input for channel catfish (*Ictalurus punctatus*) cultured in ponds. **Aquaculture**, v. 204, p. 101–112, 2002.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente.

CRAB, R., AVNIMELECH, Y., DEFOIRDT, T., BOSSIER, P. & VERSTRAETE, W. 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. **Aquaculture**, 270: 1-14

DAVIS, D. A.; SAOUD, I. P.; MCGRAW, W. J.; ROUSE, D. B. Considerations for *Litopenaeus vannamei* Reared in Inland Low Salinity Waters. In: AVANCES EN NUTRICIÓN ACUÍCOLA VI. MEMORIAS DEL VI SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA 3-6. 2002.

DAVIS, D. A., SAMOCHA, T. M., BOYD, C. E. (2004). Acclimating Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, to inland, low-salinity waters. Stoneville, Mississippi: Southern Regional Aquaculture Center.

DAVIS, D. A.; VENERO, J. A. Rethinking Feeding for Cultured Shrimp. *Global Aquaculture Advocate*, p. 40-42, 2005.

DAVIS, D. A.; SAOUD, I. P.; MCGRAW, W. J.; ROUSE, D. B. Considerations for *Litopenaeus vannamei* Reared in Inland Low Salinity Waters. In: AVANCES EN NUTRICIÓN ACUÍCOLA VI. MEMORIAS DEL VI SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA 3-6. 2002.

DE SCHRYVER, P. D.; CRAB, R.; DEFOIRDT, T.; BOON, N.; VERSTRAETE, W. The basics of bioflocs technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture*, v.277, p.125-137, 2008.

DECAMP, O.; CONQUEST, L.; CODY, J.; FORSTER, I.; TACON, A. G. J. 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*, v.38, p.395-406, 2007.

DUY, H. N.; COMAN, G. J.; WILLE, M.; et al. Effect of water exchange, salinity regime, stocking density and diets on growth and survival of domesticated black tiger shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798) reared in sand-based recirculating systems. *Aquaculture*, v. 338– 341, p. 253–259, 2012.

EBELING, J.M., TIMMONS, M.B., BISOGNI, J.J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257, 346–358. 2006.

EKASARI, J.; ANGELA, D.; WALUYO, S. H.; BACHTIAR, T.; SURAWIDJAJA, E. H.; BOSSIER, P.; DE SCHRYVER, P. The size of biofloc determines the nutritional composition and the nitrogen recovery by aquaculture animals. *Aquaculture*, v. 426–427, p.105-111, 2014.

FAÇANHA, F. N. et al. Effect of shrimp stocking density and graded levels of dietary methionine over the growth performance of *Litopenaeus vannamei* reared in a green-water system. *Aquaculture*, v. 463, p. 16-21, 2016.

FAO. 2010. The state of World Fisheries and Aquaculture. Disponível em: www.fao.org. acesso em: 14 junho 2015.

FAO. Fishery Information, Data and Statistics Unit. FishStat Plus: Universal software for 425 fishery statistical time series. Version 2.3. Rome, 2014. Disponível em: 426 . Acesso em: 27 julho 2014.

FAO. (2015a). World aquaculture production by species groups in 2013. Disponível em: < <ftp://ftp.fao.org/FI/STAT/summary/b-1.pdf>> Acesso em: 9 jun. 2015.

FAO. (2015b). World aquaculture production of fish, crustaceans, molluscs, etc; by principal species in 2013. Disponível em: < <ftp://ftp.fao.org/FI/STAT/summary/a-6.pdf>> Acesso em: 9 set. 2015.

FAO, 2016. The state of world fisheries and aquaculture. Rome. doi: 92-5-105177-1.

FIELDER, D. S., BARDSLEY, W. J., ALLAN, G. L. (2001). Survival and growth of Australian snapper, *Pagrus auratus*, in saline groundwater from inland New South Wales, Australia. **Aquaculture**, 201(1), 73-90.

FOCKEN, U.; GROTH, A.; COLOSO, R.M.; BECKER, K. Contribution of natural food and supplemental feed to the gut content of *Penaeus monodon* Fabricius in a semi-intensive pond system in the Philippines. **Aquaculture** 164.1, 105–116. 1998

FÓES, G.K.; FRÓES, C.; KRUMMENAUER, D.; POERSCH, L.; WASIELESKY, 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.1– 7, 2011.

FONSECA, S. B.; MENDES, P. P.; ALBERTIM, C. J. L.; BITTENCOURT, C. F.; SILVA, J. H. V. Camarão marinho em água doce em diferentes densidades de estocagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, p. 1352-1358, 2009.

FUNGE-SMITH, S. J.; BRIGGS, M. R. P. Nutrient budgets in intensive shrimp ponds: Implications for sustainability. **Aquaculture**, v. 164, p. 117–133, 1998.

GAO, L.; SHAN, H.W.; ZHANG, T.W.; BAO, W.Y. & MA, S. Effects of carbohydrate addition on *Litopenaeus vannamei* intensive culture in a zero-water exchange systems. **Aquaculture**. v.342, p.89-96. 2012.

HAEFNER, P. A. 1990. Natural diet of *Callinectes ornatus* (Brachyura: Portunidae) in Bermuda. **Journal of Crustacean Biology** 10(2):236-246.

HARI, B. et al. Effects of carbohydrate addition on production in intensive shrimp culture systems. **Aquacult.**, Amsterdam, v. 241, p. 197-194, 2004.

JORY, DE. 2001. Feed management practices for a healthy pond environment. In: BROWDY CL, JORY DE (Eds.). The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture 2001. **The World Aquaculture Society**, Baton Rouge, USA, 118-143.

JORGENSEN, P.; BEMVENUTI, C. E.; HEREU, C. M. Feeding of *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967)(Crustacea: Penaeidae) inside and outside experimental pen-culture in southern Brazil, 2009.

JORY, D. E.; CABRERAS, R. T.; DURWOOD, M. D.; FEGAN, D.; LEE, G. P.; LAWRENCE, A. L.; JACKSON, J. C.; MCINTOSH, P. R.; CASTAÑEDA, A. J. A global review of shrimp feed management: status and perspectives. **Aquaculture the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, LA USA. 2001.

KRUMMENAUER, D.; PEIXOTO, S.; CAVALLI, R. O.; POERSCH, L.; WASIELESKY JUNIOR, 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.; CAVALLI, R.O.; POERSCH, L.H.; WASIELESKY, W. Superintensive Culture of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a Biofloc Technology System in Southern Brazil at Different Stocking Densities. **Journal World Aquaculture Society**, v.42, p.726-733, 2011.

KUMLU, M.; EROLDGAN, OT.; SAGLAMTIMUR, B. The effects of salinity and added substrates on growth and survival of *Metapenaeus monoceros* (Decapoda: Penaeidae) post- larvae. **Aquaculture**, v.196, p.177–188, 2001

LE MOULLAC, G.; HAFFNER, P. Environmental factors affecting immune responses in Crustacea. **Aquaculture**, v. 191, p. 121–131, 2000.

LI, E. L.; CHEN, Z.; ZENG, X.; CHEN, N. Y. U.; LAI, Q.; QIN, J. G. Growth, body composition, respiration and ambient ammonia nitrogen tolerance of the juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at different salinities. **Aquaculture**, v.265, p.385-390, 2007.

LIU, F. J.; LIU, Y. J.; TIAN, L. X.; LI, X. F.; ZHANG, Z. H.; YANG, H. J.; DU, Z. Y. Quantitative dietary isoleucine requirement of juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone) reared in low-salinity water. **Aquaculture International**, v. 22, p. 1481- 1497, 2014.

LORENZO, M.A.; et al. Intensive hatchery performance of Pacific white shrimp in the biofloc system under three different fertilization levels. **Aquacultural Engineering**, v. 72, p. 40-44, 2016.

LOUREIRO, C. K. **Sucessão microbiana na degradação de substratos orgânicos associados às leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*): potencial para utilização na aquicultura**. 2006, 37f. Dissertação (Mestrado em aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina.

MA, Z. et al. A modified water quality index for intensive shrimp ponds of *Litopenaeus vannamei*. **Ecological Indicators**, v. 24, p. 287–293, 2013.

MARTIN, J. L. M. et al. Shrimp rearing: Stocking density, growth, impact on sediment, waste output and their relationships studied through the nitrogen budget in rearing ponds. **Aquaculture**, v. 164, p. 135–149, 1998.

MISHRA, J.K.; SAMOCHA, T.M.; PATNAIK, S.; SPEED, M.; GANDY, R.L.; ALI, A.M. Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under limited discharge condition. **Aquacultural Engineering**, v. 38, p. 2-15, 2008.

MOHANTY, R. K. Feeding management and waste production in semi-intensive farming of. *Aquaculture International*, v. 9, p. 345–355, 2001.

MOSS, K. R. K.; MOSS S. M. Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Journal of World Aquaculture Society**, v.35, p.536-542, 2004.

NGA, B.M.; LURLING, E.; PEETERS, R.; ROIJACKERS, M.; SCHEFFER, T. Chemical and physical effects of crowding on growth and survival of *Penaeus monodon* Fabricius post-larvae. **Aquaculture**, v.246, p.455–465, 2005.

NRC. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. Washington, D.C.: The National Academic Press, 2011.

NUNES, A. J. P.; GESTEIRA, T. C. V.; GODDARD, S. Food ingestion and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. **Aquaculture**, 149: 121-136, 1997.

NUNES, A. J. P.; PARSONS, G. J. A computer-based statistical model of the food and feeding patterns of the Southern brown shrimp *Farfantepenaeus subtilis* under culture conditions. **Aquaculture**, v. 252, p. 534-544, 2006.

NUNES, A. J. P.; PARSONS, G. J. Size-related feeding and gastric evacuation measures for the Southern brown shrimp *Farfantepenaeus subtilis*. **Aquaculture**, v. 187, p. 133–151, 2000.

NUNES, A. J. P.; GESTEIRA, T. C. V.; GODDARD, S. Food ingestion and assimilation by the southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. **Aquaculture**, v. 149, p. 121–136, 1997

NUNES, A. O cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em águas oligohalinas. **Panorama da Aquicultura**, v. 11, n. 66, p. 26-35, 2001.

OTOSHI, C. A.; NAGUWA, S. S.; FALESCH, F. C.; MOSS, S. M. Shrimp behavior may affect culture performance at super intensive stocking densities. **Global Aquaculture Advocate**, v.2, p.67 69, 2007.

OLIVEIRA-NETO A. R. Metabolismo e Exigência de Metionina. In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. Nutrição de Não Ruminantes. São Paulo: Editora Funep, 2014. cap. 2, p. 187-214.

PETERSON, J.J.; GRIFFITH, D. Intensive nursery systems. **Global Aquaculture Advocate**, v.2, p.60–61, 1999.

PESSÔA . M. N. C (2016). CULTIVO DO CAMARÃO MARINHO, SOB DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM E ALIMENTAÇÃO, EM ÁGUAS OLIGOHALINAS. **Caatinga**. v.29, p.9.

PONCE-PALAFIX, J.; MARTINEZ-PALACIOS, C. A.; ROSS, L. G. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. **Aquaculture**, v. 157, n. 1–2, p. 107–115, 1997.

ROY, L. A., DAVIS, D. A., SAOUD, I. P., AND HENRY, R. P. (2007). 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(2), 461-469.

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

SAMOCHA, T. M. et al. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. **Aquacult. Enginee.**, Amsterdam, v.36, p. 184- 191, 2007.

SAMOCHA, T. M.; MORRIS, T. C.; HANSON, T. Intensive raceways without water exchange analyzed for white shrimp culture. **Global Aquaculture Advocate**, v.13, p.22-24, 2010.

SANTOS, P. C. **Qualidade da água como parâmetro de avaliação do impacto ambiental da piscicultura**. 2010, 61f. Monografia - Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA.

SÁ, M. V. C. **Limnocultura: limnologia para aquicultura**. Fortaleza: Edições UFC, 2012. 218 p.

SANDIFER, P. A.; HOPKINS, J. S. Conceptual design of a sustainable pond-based shrimp culture system. **Aquacultural Engineering**, v.15, p.41-52, 1996.

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 of World Aquaculture Society**, v.24, p.295-303, 1993.

SPANGHERO, D. B. N.; SILVA, U. L.; PESSOA, M. N. C.; MEDEIROS, E. C. A.; OLIVEIRA, I. R.; MENDES, P. P. Utilização de modelos estatísticos para avaliar dados de produção do camarão *Litopenaeus vannamei* cultivados em águas oligohalina e salgada. **Acta Sci. Anim. Sci.** v.30, n.4, p.451-458, Maringá, 2008.

SOARES, R.; PEIXOTO, S.; BEMVENUTI, C. E.; WASIELESKY, W.; D'INCAO, F.; MURCIA, N.; SUITA, S. Composition and abundance of invertebrate benthic fauna in *Farfantepenaeus paulensis* culture pens (Patos Lagoon estuary, Southern Brazil). **Aquaculture**, 239(1-4): 199-215, 2004.

THAKUR, D. P.; LIN, C. K. Water quality and nutrient budget in closed shrimp (*Penaeus monodon*) culture systems. **Aquaculture Engineering**, v. 27, p. 159–176, 2003.

VALENÇA, A. R.; MENDES, G. N. **Cultivo de *Litopenaeus vannamei*: (n 78) Água doce ou oligohalina**. Panorama da Aquicultura, 2009. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/R>>.

VAN WYK, Peter et al. Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems. Flórida: Harbor Branch Oceanographic Institution, 1999.

VENERO, J. A.; DAVIS, D. A.; ROUSE, D. B. Variable feed allowance with constant protein input for the pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared under semi-intensive conditions in tanks and ponds. **Aquaculture**, v. 269, p. 490–503, 2007.

WAHAB, M. A.; BERGHEIM, A.; BRAATEN, B. Water quality and partial mass budget in extensive shrimp ponds in Bangladesh. **Aquaculture**, v. 218, p. 413–423, 2003.

WASIELESKY, W. J.; ATWOOD, H.; STOKES, A.; 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, 2006a.

WASIELESKY, WJ, HI 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. In: Congresso Aquaciência, Bento Gonçalves, 2006. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática – AQUABIO.

WASIELESKY, W.; et al. Nursery of *Litopenaeus vannamei* reared in a biofloc system: the effect of stocking densities and compensatory growth. **Journal of Shellfish Research**, v. 32, n. 2, p. 799-806, 2013.

WASIELESKY, W.; FROES, C.; FÓES, G.; KRUMMENAUER, D.; LARA, G.; POERSCH, L. Nursery of *Litopenaeus vannamei* reared in a biofloc system: The Effect of Stocking Densities and Compensatory Growth. **Journal of Shellfish Research**, v.32. p.799-806, 2013.

WU, G. Amino acids - Biochemistry and Nutrition. Boca Raton, FL: CRC Press, 2013.

XU, W.J.; et al. Preliminary investigation into the contribution of bioflocs on protein nutrition of *Litopenaeus vannamei* fed with different dietary protein levels in zero-water exchange culture tanks. **Aquaculture**, v. 350, p. 147-153, 2012.

XU, W. J., PAN, L. Q., ZHAO, D. H. & HUANG, J. 2012. Preliminary investigation into the contribution of bioflocs on protein nutrition of *Litopenaeus vannamei* fed with different dietary protein levels in zero water exchange culture tanks. **Aquaculture**, 350-353: 147-153.

ZHU, C., DONG, S., WANG, F., HUANG, G. (2004). Effects of Na/K ratio in seawater on growth and energy budget of juvenile *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, 234(1), 485- 496.