



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Influência do nível proteico das rações sob o desempenho zootécnico do
Macrobrachium rosenbergii submetido a diferentes sistemas de cultivo

Katariny Lima de Abreu

Recife - PE
Novembro – 2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Influência do nível proteico das rações sob o desempenho zootécnico de
Macrobrachium rosenbergii submetido a diferentes sistemas de cultivo

Katariny Lima de Abreu
Graduanda

Prof. Dr. Fernando de Figueiredo Porto Neto
Orientador

Recife - PE
Novembro – 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A162i Abreu, Katariny Lima de
Influência do nível proteico das rações sob o desempenho zootécnico de *Macrobrachium rosenbergii* submetido a diferentes sistemas de cultivo / Katariny Lima de Abreu. - 2019.
35 f.
- Orientador: Fernando de Figueiredo Porto Neto.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Zootecnia, Recife, 2019.
1. Bioflocos. 2. Gigante da malásia. 3. Nutrição. 4. Sistemas intensivos. I. Neto, Fernando de Figueiredo Porto, orient. II. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

KATARINY LIMA DE ABREU
Graduanda

Monografia submetida ao Curso de Zootecnia como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 05/12/2019

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Fernando de Figueiredo Porto Neto
Orientador

Prof^a. Dr. Darclet Teresinha Malerbo-Souza
Examinador (a)

Msc. Elizabeth Pereira dos Santos
Examinador (a)

*Aos meus pais,
Maria do Carmo Lima de Abreu e Fabio Batista de Abreu,
Que sempre me incentivaram e apoiaram minhas escolhas,
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado coragem, força e perseverança para concluir mais uma etapa da minha vida.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial ao Departamento de Zootecnia por sempre ter sido um local muito acolhedor, agradeço a todos professores e funcionários do departamento por toda a contribuição para a minha formação acadêmica e como pessoa. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto de pesquisa e ao Programa de Educação Tutorial, em especial ao PET Zootecnia por ter proporcionado vários momentos de descontração e por toda contribuição para minha formação.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fernando de Figueiredo Porto Neto e ao Prof. Dr. Eudes de Souza Correia por toda a paciência e ensinamentos.

Aos meus amigos de graduação, que sempre estiveram presentes durante todo o meu tempo na academia, em especial ao meu trio, composto por Matheus Rocha, Yasmin Matos, que sempre estiveram ao meu lado, obrigada por toda amizade, compreensão, paciência e momentos maravilhosos que me proporcionaram, e também a Amanda Oliveira que chegou para completar o nosso trio e nos transformar em um quarteto. A melhor doutoranda do dz, Thalita Polyana que foi um presente que ganhei durante o final da minha graduação, e que sempre se fez presente, e me ajudou nessa trajetória.

Ao departamento de pesca e aquicultura que me acolheu, e ao Laboratório de sistemas de produção aquícola - Lapaq e seus colaboradores, em especial a Marcele Trajano e Italo Mascena, e a todos que contribuíram para a elaboração desse trabalho de conclusão de curso.

A minha irmã e maior incentivadora, Jessika Lima, que sempre fez o possível e impossível para me apoiar e ajudar durante a graduação e enfrentou todas as dificuldades de mãos dadas comigo.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais Maria do Carmo Lima de Abreu e Fábio Batista de Abreu pelo amor, dedicação, carinho, apoio e exemplo em todos esses anos. A Jonathan Henrique Andrade de Carvalho, que sempre me apoiou, e esteve comigo em todos os momentos difíceis durante a minha graduação, que foi um dos meus maiores incentivadores para conclusão do curso, obrigada pela paciência e por aguentar todos os meus estresses durante todo esse período.

Sumário

Resumo	8
Abstract	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1. Geral	12
2.2. Especifico	12
3. REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 Carcinicultura	12
3.2 Sistemas de Cultivo	13
3.2.1 Sistema Tradicional	13
3.2.2 Sistema de Bioflocos	14
3.3 <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	16
3.4 Fases de Criação	18
3.5 Proteína Bruta	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1. Experimento	19
4.2. Preparação dos sistemas de cultivo	20
4.3. Desenho Experimental	20
4.4. Monitoramento da qualidade de água	21
4.5. Avaliação do desempenho zootécnico	22
4.6. Avaliação da composição centesimal da ração e do bioflocos	22
4.7. Análise Estatística	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÃO	29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição da ração comercial utilizadas nas alimentações dos camarões com diferentes níveis de proteína	21
Tabela 2. Composição química bromatologica do bioflocos e das rações utilizadas no experimento.....	23
Tabela 3. Parâmetros de qualidade da água do cultivo de juvenis de <i>Macrobrachium rosenbergii</i> em distintos sistema de cultivo, submetidos a dois níveis de proteína bruta da ração	27
Tabela 4. Desempenho Zootécnico do Camarão de água doce <i>Macrobrachium rosenbergii</i> submetido a diferentes sistemas de cultivo e dois níveis de proteína bruta da ração.....	28

Resumo

A carcinicultura de água doce é uma forma lucrativa de produzir crustáceos. As principais espécies de camarões de água doce cultivadas para fins comerciais são *Macrobrachium nipponense* e *Macrobrachium rosenbergii*, devido a sua crescente produção, o sucesso no cultivo desses organismos está diretamente ligado ao tipo de sistema ao qual serão submetidos. Assim, surgiram alguns sistemas alternativos afim de minimizar danos ao meio ambiente, e aumentar a densidade de estocagem de animais, dentre eles se destaca o cultivo de bioflocos (BFT – Biofloc Technology). Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e zootécnico de *Macrobrachium rosenbergii* alimentados com diferentes níveis de proteína bruta em sistema autotrófico e de bioflocos durante a fase de berçário. O experimento obteve um delineamento experimental inteiramente casualizado, com um arranjo fatorial 2x2, sendo o primeiro fator os diferentes sistemas de cultivo, água clara (AC) e bioflocos (BFT), e o segundo os níveis proteicos da ração (35 e 40%), assim obtendo-se os tratamentos AC35, AC40, BFT35 e BFT40, com quatro repetições para cada tratamento, o experimento teve duração de 80 dias. A alimentação oferecida aos animais foi composta por ração comercial peletizada com níveis de proteína bruta 35% e 40%, ofertadas três vezes ao dia. Para o monitoramento da qualidade de água, a temperatura, oxigênio dissolvido e pH foram mensurados duas vezes ao dia (08:00h e 16:00h) com o auxílio de um multiparâmetro e a amônia, nitrito, nitrato, ortofosfato e sólidos sedimentáveis foram mensurados semanalmente. O desempenho zootécnico dos camarões foi analisado através de biometrias semanais, onde foram mensurados os parâmetros como: peso médio final, ganho de peso, fator de conversão alimentar, biomassa final e mortalidade. Os dados foram analisados utilizando a variância de dois fatores (ANOVA fatorial) em seguida foi utilizado o teste de comparação de médias, Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software ASSISTAT versão 7.6. As variáveis de qualidade da água dos diferentes sistema de cultivo (Bioflocos e Água clara), estiveram dentro dos níveis recomendados para o ótimo cultivo da espécie. Não houve efeito significativo no peso médio final (PF), ganho de peso (GP) e taxa de crescimento específico (TCE), todavia, houve diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a proteína bruta da ração no fator de conversão alimentar (FCA), sobrevivência (S) e biomassa final (BF). Assim, conclui-se que a utilização do sistema de cultivo de bioflocos possibilita a redução das concentrações de proteína bruta da ração ofertada, sem causar prejuízos nas variáveis de desempenho zootécnico do camarão *Macrobrachium rosenbergii*, podendo reduzir os custos operacionais do sistema de produção.

Palavras-chave: bioflocos, gigante da Malásia, nutrição, sistemas intensivos.

Abstract

Freshwater shrimp farming is a lucrative way to produce crustaceans. As the main species of freshwater shrimp farmed for commercial fins are *Macrobrachium nipponense* and *Macrobrachium rosenbergii*, due to their growing production or success in cultivating these animals is directly linked to the type of system to which they are being used. Thus, some alternative systems have emerged in order to minimize damage to the environment and increase the stocking density of animals, among them the biofloc cultivation (BFT - Biofloc Technology). Given the above, the objective was to evaluate the productive and zootechnical performance of *Macrobrachium rosenbergii* fed different levels of crude protein in autotrophic system and bioflocks during the nursery phase. The experiment obtained a completely randomized experimental design with a 2x2 factorial arrangement, the first factor being the different culture systems, clear water (AC) and bioflocks (BFT), and the second the protein levels of the diet (35 and 40%). Thus, obtaining the AC35, AC40, BFT35 and BFT40 treatments, with four replications for each treatment, the experiment lasted 80 days. The food offered to the animals was composed of commercial pelleted feed with 35% and 40% crude protein levels, offered three times a day. For water quality monitoring, temperature, dissolved oxygen and pH were measured twice a day (08: 00h and 16: 00h) with the aid of a multiparameter and ammonia, nitrite, nitrate, orthophosphate and sedimentable solids were measured weekly. The zootechnical performance of the shrimps was analyzed by weekly biometrics, where the parameters were measured as: final average weight, weight gain, feed conversion factor, final biomass and mortality. Data were analyzed using two-way variance (ANOVA) followed by the Tukey means comparison test at 5% probability using ASSISTAT version 7.6 software. The water quality variables of the different cultivation system (Biofloc and Água clear) were within the recommended levels for the optimal cultivation of the species. There was no significant effect on final average weight (FW), weight gain (WG) and specific growth rate (TBI); however, there was a significant difference ($p < 0.05$) in relation to crude protein in the conversion factor (FCA), survival (S) and final biomass (BF). Thus, it is concluded that the use of biofloc cultivation system allows the reduction of crude protein concentrations of the offered diet, without causing damage to the zootechnical performance variables of shrimp *Macrobrachium rosenbergii*, and may reduce the operating costs of the production system.

Key words: bioflocks, Malaysian giant, nutrition, intensive systems.

1. INTRODUÇÃO

Em 2014, a produção aquícola mundial alcançou 73,8 milhões de toneladas, desse total 6,9 milhões foram advindos da produção de crustáceos. Assim, o valor movimentado pela produção dos crustáceos representou aproximadamente 9% do total observado, proporcionando um lucro de 36,2 bilhões de dólares segundo dados da FAO (2016). Já no ano de 2016, foi produzido 7,9 milhões de toneladas, onde desse total, 3,033 milhões de toneladas, são da produção continental de crustáceos e destes, 7% estão relacionados ao gênero *Macrobrachium* sp. (FAO, 2018).

As principais espécies cultivadas de camarões de água doce, para fins comerciais, são *Macrobrachium nipponense* (De Hann, 1849) e *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879), sendo estas espécies menos consumidas quando comparadas as espécies cultivadas em água salgada, mesmo apresentando vantagens como maior resistência à doenças, manejo simples e não necessitando de água salgada nas fases de engorda. São essas características que possibilitam o cultivo em pequenas propriedades, não necessitando de grandes áreas (NEW, 2005).

Dentre as espécies mais cultivadas, *Macrobrachium rosenbergii* é considerado o maior camarão de água doce, atingindo peso médio de 500 g e 32 cm de comprimento (VALENTI, 1990). Estes animais possuem hábitos alimentares onívoros e consomem uma extensa variedade de plantas e animais, vivos ou em decomposição e, também aceitam a alimentação artificial balanceada (NEW, 2002), possuem uma elevada taxa de crescimento, facilidade de reprodução em cativeiro e uma carne de excelente qualidade, características que explicam o interesse na produção desta espécie (LOBÃO, 1996; NEW, 2002; GUPTA et al., 2007).

O sucesso no cultivo desses organismos está diretamente ligado ao tipo de sistema ao qual serão submetidos. Dentre os sistemas, o tradicional ainda é o mais utilizado, esse sistema tem como principal característica periódicas trocas de água, visto que os compostos nitrogenados são reciclados com uma menor eficiência dentro do sistema e seu acúmulo prejudica o desempenho dos animais. As trocas de água causam efeitos negativos ao meio ambiente, pois, na maioria das vezes, os efluentes são despejados diretamente nos corpos d'água sem tratamento prévio, alterando todo o ecossistema devido à alta carga de nutrientes advindos do efluente. Diante disso, nos últimos anos surgiram alguns sistemas alternativos afim de minimizar danos ao meio ambiente e também maximizar a produção desses organismos, dentre eles o cultivo de bioflocos (BFT – Biofloc Technology).

O sistema de bioflocos é uma técnica que promove o controle da qualidade de água por meio da adição de carbono, através de uma fonte externa, no sistema de cultivo (CRAB et al., 2010), caracterizado pela mínima ou zero troca de água, e pela utilização da biomassa microbiana (flocos microbianos) como uma fonte de alimento suplementar aos animais cultivados (DE SCHRYVER et al, 2008; AVNIMELECH,2009).

Estudos relatam que os flocos microbianos presentes no BFT podem atingir, em matéria seca, altos teores de proteína bruta podendo apresentar porcentagens em torno de 30 a 45% (HARGREAVES, 2013). Sendo assim, uma das vantagens do sistema de bioflocos é a possibilidade de utilização dos flocos microbianos como uma fonte adicional de proteína, possibilitando uma maior eficiência proteica destes organismos devido ao reaproveitamento do nitrogênio inorgânico que foi convertido em proteína microbiana (BURFORD et al., 2004; SAMOCHA et al., 2004; SILVA et al., 2013). O sistema de cultivo de bioflocos, também proporciona benefícios quando comparado ao sistema de cultivo tradicional, como a reutilização da água em outros ciclos de produção, além disso possibilita a utilização de maiores densidades de estocagem (AVNIMELECH, 2009; SAMOCHA et al., 2017), o que em escala comercial acaba se tornando um benefício.

A exigência nutricional da proteína é diferente em cada fase de cultivo, D'abramo e New (2010) recomendam valores entre 30 a 35% na dieta de juvenis, de mesmo modo Mitra et al. (2005), propuseram valores próximos de 35 a 37% também para juvenis. Enquanto que Pezzato et al., (2002) ao utilizarem dietas purificadas na alimentação de pós larvas deste gênero, sugerem níveis de 30 a 35% assim a proteína é um dos principais componentes na dieta dos crustáceos (ESPINOSA-CHAURAND et al., 2012), pois é um elemento fundamental para a conservação do funcionamento vital do organismo, reprodução e crescimento do animal (GUILLAUME, 1997; OUJIFARD et al., 2012), tornando-se um fator determinante na viabilidade econômica dos cultivos, já que representa os maiores custos relacionados a alimentação desses animais (HARI E KURUP, 2003).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar a influência do nível proteico da ração no desempenho zootécnico do camarão *Macrobrachium rosenbergii* cultivado em diferentes sistemas de cultivo.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar o desempenho produtivo e zootecnico utilizando diferentes níveis de proteína bruta na ração ofertada ao camarão *Macrobrachium rosenbergii* cultivado em sistema autotrófico e de bioflocos durante a fase de berçário.

2.2. Especifico

- Avaliar a relação sistema de cultivo e níveis proteicos da ração no desempenho produtivo do camarão *M. rosenbergii*;
- Mensurar a qualidade de água durante o cultivo dos animais nos diferentes sistemas de cultivo;
- Verificar a qualidade bromatológica dos flocos microbianos durante o período experimental.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Carcinicultura

A carcinicultura, que é definida como o cultivo de crustáceos, é uma das atividades que mais se expandiu no mundo nas últimas décadas, apresentando uma taxa de crescimento média de 6,5% no intervalo dos anos de 2004 a 2013. Há uma grande concentração dessa atividade nos países tropicais da Ásia e América Latina, onde a produção corresponde a 99,6% da produção mundial, sendo a maioria exportada (FAO, 2014). O aumento desta atividade está associado ao crescente interesse do mercado internacional aos produtos oferecidos e ao nível de rentabilidade oferecido pela atividade, além da estagnação da pesca extrativa.

Os países asiáticos são os responsáveis pela maior parte da produção de camarão cultivado, do total de 4,5 milhões de toneladas produzidas em 2013, aproximadamente 85% são originadas destes países, sendo os principais produtores, China, Indonésia, Vietnã, Tailândia e Índia. Na América, a produção se concentra nos países Centro/Sul, os quais contribuem com 14,5% da produção no mundo, tendo como os maiores produtores deste continente, Equador, México e Brasil. Os dez países com maior produção mundial, corresponde, em média, a 92,3%

do total da produção, sendo o Brasil o nono o colocado entre estes, contribuindo com 1,5% do total produzido (FAO, 2014).

O Censo da Carcinicultura Nacional (ABCC, 2015) divulgou dados que mostraram que o Brasil possui 1.545 empreendimentos, sendo a atividade em sua maioria realizada por micro produtores com representação de 58,6%, os médios produtores representam aproximadamente 20%, e pequenos produtores 15%, o que representa 93,6% do total dos empreendimentos, e também ocorre a incidência de grandes empresas com a representação de 6,4%, que obtém um maior poder de mercado nacional e internacional, e são responsáveis por 58,6% da área total cultivada, representando 58,4% da produção. Segundo Tahim et al., (2019), a indústria de cultivo de camarão é o segmento com maior organização no setor pesqueiro nacional, devido a sua trajetória tecnológica e pelo bom ordenamento da cadeia produtiva, permitindo seu melhor desenvolvimento em grande escala. Diante disso, foi gerado R\$ 1,12 bilhões e 70 mil empregos para a produção de camarão só no ano de 2012, sendo o Nordeste brasileiro o segmento que mais se destaca, tendo a maior oferta de emprego permanente relacionada ao setor primário da economia regional (ROCHA, 2013). Pois, possui extensos reservatórios de água doce, condições ambientais favoráveis, uma grande extensão de área disponível, mão de obra relativamente mais barata e um crescente mercado interno (MPA/IBGE, 2013). Por esses motivos mencionados, ocorre o favorecimento para o cultivo desses organismos.

3.2 Sistemas de Cultivo

3.2.1 Sistema Tradicional

A carcinicultura tradicional é caracterizada pela necessidade de constantes trocas de água do sistema, e essas tornam-se necessárias para que a qualidade da água seja mantida durante os cultivos. As trocas de água deste sistema são realizadas diariamente e a água descartada apresenta uma alta quantidade de material orgânico e quando são colocados no meio ambiente pode gerar impactos negativos. Além disso, as águas descartadas são ricas em nitrogênio e fósforo, favorecendo a eutrofização de corpos d'água adjacentes (JONES et al., 2001).

As altas concentrações dos compostos nitrogenados advêm, basicamente dos restos de alimento (ração) fornecidos, excreção dos animais, fitoplâncton, dentre outros, que como resultado gera a possibilidade de eutrofização das águas, onde será descartado (JACKSON et al., 2004). As trocas constantes de água também podem aumentar os custos de produção, devido à grande quantidade de volume repostado (COSTA, 2015).

3.2.2 Sistema de Bioflocos

Os cultivos utilizando a tecnologia de bioflocos, foram iniciados na década de 70, na Polinésia Francesa e os estudos foram realizados no centro de pesquisa IFREMER, localizado na ilha do Taiti. Essa tecnologia foi aplicada para diversas espécies de camarão, como o tigre *Penaeus monodon*, o branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei* e o camarão-azul *Litopenaeus stylirostris*, que eram de considerável importância na região e para o mercado francês. Estes estudos foram elaborados por uma parceria entre multinacionais norte-americanas e a instituição AQUACOP (AQUACULTURE BRASIL, 2017).

As primeiras pesquisas do IFREMER com o biofoco, foram relacionadas as fases de reprodução e engorda dos animais, sobre os aspectos microbiológicos explorando com âmbito comercial, onde uma fazenda se destacou em níveis de produção, chegando a uma produtividade em tanques de concreto de 1000 m², de cerca de 20-25 toneladas/ha/ano, um número considerável para o setor (AQUACULTURE BRASIL, 2017).

No Brasil as primeiras criações foram realizadas no Rio Grande do Sul com tilápias e camarões e foram de extrema importância para a disseminação desse sistema de cultivo, sendo os avanços realizados e externados pelo Projeto Camarão, liderado pelo pesquisador Wilson Wasielesky da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Diante os avanços realizados na pesquisa em relação a este setor, os pequenos produtores do estado começaram a utilizar a nova tecnologia, e posteriormente isso chegou também nas propriedades de Santa Catarina, apresentando uma maior visibilidade também nas regiões centro-oeste e sudeste (AQUACULTURE BRASIL, 2017).

Este sistema tem como característica a formação de flocos microbianos que possuem na sua constituição um conjunto de organismos como bactérias, microalgas, microflagelados, zooplâncton, nematóides, fungos, e também fezes e exoesqueleto de animais mortos, onde esse conjunto acaba servindo como suplementação alimentar aos animais cultivados, promovendo aumento de alguns parâmetros zootécnicos, como taxa de crescimento, peso final, proporcionando também a diminuição no fator de conversão alimentar (ZHAO et al., 2012; PÉREZ-FUENTES et al., 2013). O sistema ainda é capaz de realizar a reciclagem de nutrientes, onde o principal é o nitrogênio.

A formação de um floco microbiano se dá através da manipulação da relação C/N presente na água, onde o carbono pode ser obtido através de fontes internas ou externas (AVNIMELECH, 1999), através da modificação do teor de carboidratos presente no sistema.

O excedente de amônia é absorvido pelas bactérias heterotróficas que se desenvolvem neste sistema de cultivo. A amônia é um produto da excreção dos animais aquáticos e da decomposição da matéria orgânica, fezes e os restos de ração não utilizada pelos organismos, que se acumulam no sistema de cultivo (AZIM et al., 2003; AVNIMELECH, 2007), sendo utilizada pelas bactérias heterotróficas para a produção de biomassa microbiana e através deste processo se obtém concentrações baixas e não tóxicas do amônio/amônia, onde devido a isso, não há a necessidade de troca de água para que os organismos não sejam prejudicados pelas altas concentrações dos compostos nitrogenados (BOSSIER e EKASARI, 2017).

O floco microbiano além de contribuir na ciclagem dos nutrientes, também pode servir como fonte suplementar na alimentação dos organismos cultivados, e isso pode ajudar na redução da utilização de proteína de rações comerciais já formuladas, logo isso implica numa possível redução de custos nos sistemas de produção (MCINTOSH, 2001 e XUET et al., 2012). Há a comprovação de que o biofloco tem em sua composição ingredientes conhecidos na dieta de camarões como consideráveis concentrações de aminoácidos livres, como a alanina, glutamato, arginina e glicina (JU et al., 2008). Xu e Pan (2012), sugeriram que este agregado microbiano também pode ter em sua composição alguns nutrientes essenciais e enzimas digestivas. Contribui também com vários compostos bioativos, como ácidos graxos essenciais, carotenoides, aminoácidos livres e clorofilas (JU et al., 2008).

A rica biomassa microbiana, pode ser utilizada pelos organismos do cultivo ou até ser colhida e processada para servir de ingrediente de rações comerciais (AVNIMELECH, 2009; KUHN et al., 2010), logo observa-se que o biofloco é um suplemento alimentar que é conhecido por seus benefícios aos sistemas de cultivo e também aos animais cultivados, onde seus efeitos incluem melhorias no estado antioxidante, crescimento, reprodução e também na resposta imune destes animais (BOSSIER e EKASARI, 2017). É importante destacar que diversos fatores influenciam na composição, manutenção e qualidade dos agregados microbianos, como a temperatura, pH, fotoperíodo, e o tipo do carbono orgânico que vai ser adicionado no sistema (EMERENCIANO et al. 2013).

Além das vantagens anteriormente citadas, os cultivos com bioflocos demonstram maior biossegurança decorrente da população microbiana desenvolvida ser capaz de competir com alguns microrganismos patogênicos que possam ser introduzidos (CRAB et al., 2010), também ocorre o estímulo de partes do sistema imunológico do camarão, devido ao seu efeito probiótico (EMERENCIANO et al., 2013; KIM et al., 2014). Outro ponto positivo, seria o baixo ou nenhum descarte de água, o tratamento e também a possibilidade do reaproveitamento deste efluente (BOYD e CLAY, 2002; OTOSHI et al., 2009). Demonstrando em números que um

sistema convencional com constantes trocas de água pode necessitar de $80 \text{ m}^3 \text{ Kg}^{-1}$ segundo (HARGREAVES, 2006), Luo et al. (2014) observou que o consumo em um sistema de cultivo de bioflocos utilizando tilápia necessitava de 40% menos de água, em comparação ao sistema convencional. Devido a esta nova possibilidade, que gera um menor impacto ambiental, a visão da carcinicultura está sendo modificada, o que possibilita mudanças e melhor visibilidade nessa atividade (SCOPEL et al., 2011).

3.3 *Macrobrachium rosenbergii*

A espécie *M. Rosenbergii*, segundo Bowman e Abele (1982), apresenta a seguinte classificação zoológica:

Reino Animalia, Filo Arthropoda, Subfilo Crustacea (Pennant), Classe Malacostraca (Latreille), Subclasse Eumalacostraca (Grobber), Superordem Eucarida (Calman), Ordem Decapoda (Latreille), Subordem Pleocyemata (Burkenroad), Infra-ordem Caridea (Dana), Superfamília Palaemonoidea (Rafinesque), Família Palaemonidae (Rafinesque), Subfamília Palaemoninae (Dana), Gênero *Macrobrachium* (Bate), Espécie *Macrobrachium rosenbergii*.

As primeiras importações desta espécie, foram adquiridas do Anuenue Fisheries Research Center (AFRC) no Havaí, em 1977, o que originou os primeiros reprodutores. No Brasil, os primeiros estudos sobre a possibilidade do cultivo destes camarões em escala comercial foram realizados pelo Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), com o apoio financeiro da financiadora de estudos e projetos (FINEP), na década de 70. A partir de 1982, foram implantados vários projetos de criação de camarões de água doce em todo o país. (VALENTI, 1998).

Como consequência o cultivo da espécie despertou grande interesse, então o governo de Pernambuco, em 1982 instalou um laboratório na praia de Porto de Galinhas, com alta capacidade pra produzir pós-larvas, cerca de 20 milhões por ano, por meio da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA). Este projeto desenvolvido pelo IPA foi um conjunto que englobou a realização de pesquisas referentes ao tema, prestação de assistência técnica, formação de profissionais especializados na área, tudo isso possibilitou a disseminação e crescimento da carcinicultura de água doce, por grande parte do território nacional. Foi então viabilizado a atividade de produção desta espécie em meados de 1983, onde os primeiros projetos de cultivo foram estabelecidos em Pernambuco e Alagoas (VALENTI, 1998).

Algumas instituições públicas e privadas também passaram a trabalhar e explorar a espécie, como a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio de Janeiro (PESAGRO),

a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) a Universidade Estadual de Paulista (Unesp) dentre outras instituições, isso desempenhou um grande papel para estimular o cultivo da espécie em quase todos os estados do país, logo houve uma rápida expansão desta atividade (VALENTI, 1998).

O *M. rosenbergii* é o maior dos camarões de água doce podendo atingir até 500 g (VALENTI, 1990). Alguns dos caracteres que diferenciam o gênero são ausência de espinhos supraorbital e braquiostegal, presença de espinho hepático e palpo mandibular, dentre outros. Além da presença de rostro mais longo, curvado para cima, com crista basal distintamente elevada, longa ou com a metade distal da margem superior nua e margem inferior com 8-14 dentes, dentre outras características (VALENTI, 1998). A espécie tem ocorrência em regiões tropicais e subtropicais do Indo-Pacífico, com registro em vários países, como Paquistão, Índia, Ceilão, Burma, Tailândia, Malásia, Indonésia, Vietnã e também em várias ilhas do oceano Índico e Pacífico (HOLTHUIS, 1950, 1980; LING, 1969).

São geralmente encontrados em lagos, rios, pântanos e estuários, devido a necessidade de água salobra em algumas das suas fases de vida. Estes animais permanecem em temperaturas na faixa de 28 a 30°C, considerada o ideal para seu cultivo. Segundo Valenti (1986), temperaturas inferiores a 15°C podem ser letais, causando alta mortalidade dos indivíduos, o que no ambiente natural, pode ser evitado com a migração dos organismos para áreas com menor profundidade, logo maiores temperaturas e também onde os animais tem a possibilidade de se expor fora d'água, assim aumentando sua temperatura corpórea. De forma direta ou indireta, o lugar onde estes animais vivem, ou seja, seu habitat, está interligado com o mar, pois em seu ciclo de vida, no estágio inicial há uma exigência de água salobra para seu desenvolvimento.

Seu habito alimentar é onívoro, onde os animais se alimentam de organismos que vivem no substrato, ou seja, zoobentônicos como vermes, moluscos, larvas, dentre outros e também vegetais, como algas e plantas aquáticas (LING e MERICAN, 1961; LING, 1969). Em densidades elevadas somado a falta de alimento, estes animais podem desencadear um comportamento de canibalismo, o que acaba sendo um prejuízo no seu cultivo.

As etapas de cultivo são divididas em larvicultura, engorda e comercialização. A fase de larvicultura, compreende a etapa mais complexa, que exige maiores investimentos. A fase de engorda, é a etapa mais rentável, onde os animais podem ser cultivados em diferentes sistemas, e utilizando de diferentes densidades, para assim se obter o peso ideal para que os animais sejam posteriormente comercializados. A comercialização, que ocorre após a despesca

correta dos animais, onde os animais serão selecionados por tamanho e classificados para posteriormente serem processados e embalados, e destinados aos consumidores finais.

3.4 Fases de Criação

Existem algumas fases na criação de camarões de água doce, sendo elas, a larvicultura que consiste na obtenção e desenvolvimento das larvas até se tornarem pós-larvas quando completam sua metamorfose, na fase de berçário, as pós-larvas (PL) são estocadas até atingirem o estágio de juvenil, e a fase final ou engorda ocorre quando os juvenis são colocados em viveiros até atingirem o tamanho e peso desejado para a sua comercialização (VALENTI, 2002).

As larvas são cultivadas em tanques de água salobra (12 a 16%), onde as condições de cultivo devem ser controladas realizando assim um sistema intensivo (VALENTI, 2002). A fase da larvicultura compreende a primeira no processo de cultivo do camarão, essa fase ocorre em laboratórios, onde primeiramente é feita a reprodução da espécie cultivada com o cruzamento de matrizes e reprodutores, onde posteriormente ocorre a ovulação. É feito o recolhimento dos ovos fecundados que são depositados em tanques, onde se desenvolvem até a fase de náuplios, o que ocorre em cerca de 24 horas, após alguns dias chegam ao estágio de pós-larvas (BNDES, 2004).

Nos laboratórios de larvicultura, na transição de ovos a pós-larvas há um índice de mortalidade geralmente superior a 50%. Os náuplios se alimentam de algas e artêmias e quando atingem o estágio de pós-larvas são alimentados com ração respectiva para a fase (BNDES, 2004).

A produção dos organismos geralmente ocorre em sistema bifásico, ou seja, uma fase de berçário seguido da fase de engorda. O berçário é realizado antecedendo a engorda, uma das vantagens que esse pré-cultivo proporciona é uma melhor transição das PL para a engorda propriamente dita, onde ocorre melhorias nas das condições de recepção, adaptação e aclimatação ao novo ambiente de criação desses animais (SILVA, 2003).

As principais vantagens desse tipo de divisão da engorda em duas fases, seria elevados níveis de biossegurança, maior controle sobre predadores, melhor monitoramento das condições das PL observando, se os animais estão com bom desempenho para ser transferidos ao viveiro de engorda, as PL podem receber dietas especializadas com estimulantes a resposta imune dos animais, dentre outras vantagens (SILVA, 2003).

A fase final do cultivo do camarão é a engorda, onde o ciclo completo pode durar cerca de 90 a 150 dias dependendo das condições de acondicionamento dos animais e do peso a ser alcançado para posterior comercialização. A etapa tem seu encerramento com a despesca dos animais, ou seja, retirada dos animais dos viveiros ou tanques de cultivo (BNDES, 2004).

3.5 Proteína Bruta

Em relação a nutrição dos camarões de água doce, a principal e maior problemática é a dificuldade de produzir dietas que atendam suas exigências nutricionais, com isso ocorre a baixa disponibilidade de ração adequada para estes indivíduos no setor comercial. A proteína é um componente que atua como o principal nutriente, que em níveis abaixo do requerido pode limitar o crescimento e desenvolvimento dos animais no sistema de cultivo (NRC, 2011), porém em níveis adequados tem importância considerável na manutenção do funcionamento vital, reprodução e crescimento dos animais (GUILLAUME, 1997), entretanto quando em excesso pode acarretar prejuízos na fisiologia do animal e também causar poluição do meio ambiente (BARBIERI et al., 2014).

A proteína bruta, é um dos componentes mais importantes na formulação de uma ração, por este motivo estudos foram realizados e alguns autores indicaram um nível proteico entre 30 a 35% para juvenis de *M. rosenbergii* (D'ABRAMO e NEW, 2010). Luna et al. (2007) obtiveram melhores resultados de rendimento de peso em juvenis da mesma espécie alimentados com nível proteico de 25%. Urbano et al. (2010) tiveram valores mais elevados de ganho de peso e comprimento total dos animais em dietas com 28% de PB para juvenis do mesmo gênero do que o citado anteriormente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Experimento

Os cultivos experimentais do camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) foram realizados na Estação de Aquicultura Continental Professor Johei Koike da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) – Recife/Brasil, totalizando 80 dias de experimento.

Os animais foram adquiridos na fase de pós-larva (peso aproximado 0,01 g) obtidos de uma larvicultura comercial, e após chegada ao laboratório foram aclimatados em tanque com volume útil de 200 L com água clara, onde foram mantidos durante o período de uma semana. Quando observados níveis elevados dos compostos nitrogenados (amônia > 3 mg/L ou nitrito > 5 mg/L) foi realizada a renovação parcial da água, de 50% do volume total, nas unidades de cultivo necessárias.

4.2. Preparação dos sistemas de cultivo

Previamente foi realizada a maturação do biofloco por um período de 45 dias, utilizando caixas com 250 L (volume útil 200 L), abastecidas com água doce filtrada (200 µm) e clorada com 10 ppm de cloro ativo, usando hipoclorito de sódio e declorada através da utilização de aeração constante por um período de 24 horas. Para estimular o desenvolvimento fitoplanctônico, todos os tanques foram inicialmente fertilizados com nitrato de cálcio, monoamônio fosfato (MAP) e metassilicato de sódio, nas proporções de 2,0 mg/L de nitrogênio, 0,2 mg/L de fósforo e 1,0 mg/L de silício, respectivamente, conforme recomendado por Samocha et al. (2017).

Após a floração fitoplanctônica, foi feita a aplicação de uma fonte de carbono orgânico (melaço). A relação C:N adotada foi de 6:1, para neutralizar 1/3 do nitrogênio da amônia total (NAT) presente na água por via das bactérias heterotróficas, adotando-se que para cada uma grama de NAT foram necessários dois gramas de carbono orgânico, de acordo com Samocha et al. (2017). Assim, a quantidade de melaço que foi aplicada estava condicionada aos níveis de nitrogênio amoniacal encontrado no meio (AVNIMELECH, 1999). Este protocolo teve como objetivo induzir o desenvolvimento bacteriano e, conseqüentemente, a formação e manutenção dos bioflocos.

4.3. Desenho Experimental

Para o estudo foi adotado um delineamento experimental com um arranjo fatorial 2x2, onde as unidades experimentais foram distribuídas inteiramente ao acaso. O primeiro fator a ser analisado foram os diferentes sistemas de cultivo, água clara (AC) e bioflocos (BFT) e o segundo fator os níveis proteicos na dieta (35 e 40%) (Tabela 1), assim obtendo-se os tratamentos AC35, AC40, BFT35 e BFT40, com quatro repetições para cada tratamento. Foram

utilizadas 16 caixas de polietileno (50 L de volume útil), nas quais foi mantido aeração constante por meio de uma saída individual com duas pedras porosas (2x3 cm).

As unidades experimentais dos tratamentos BFT foram abastecidas com inóculo previamente maturado (50 L), e para os tratamentos AC foram utilizados 50 L de água clorada a 10 ppm de cloro ativo e declorada, com renovações de 50% a cada três dias (modificado de PEREZ-FUENTES et al., 2013). Os animais foram alimentados com ração comercial peletizada para camarão marinho com os respectivos níveis de proteína bruta 35% e 40% (Tabela 1), três vezes ao dia, a uma taxa de alimentação inicial de 30% da biomassa e ajustado de acordo com o consumo dos animais (BALLESTER et al., 2017). Os animais foram estocados a uma densidade de 2000 PL/m³, totalizando 100 indivíduos por unidade experimental.

Tabela 1. Composição da ração comercial utilizadas nas alimentações dos camarões com diferentes níveis de Proteína Bruta.

Composição Química (g/kg)	35% Proteína Bruta*	40% Proteína Bruta*
Umidade ¹	130,00	130,00
Matéria Mineral ¹	120,00	120,00
Proteína Bruta ²	350,00	400,00
Extrato Etéreo ²	85,00	90,00
Fibra Bruta ¹	50,00	40,00

*Composição do rotulo da ração; ¹Valor Máximo; ²Valor Mínimo

4.4. Monitoramento da qualidade de água

Para o acompanhamento da qualidade de água do sistema, a temperatura, oxigênio dissolvido e pH foram mensurados duas vezes ao dia (08:00h e 16:00h) com o auxílio de um multiparâmetro AK88 (AKSO, Brasil). As variáveis químicas, nitrogênio da amônia total (NAT), nitrogênio do nitrito (N-NO₂), nitrato (NO₃), ortofosfato (PO₄) alcalinidade e dureza foram analisadas semanalmente com o uso o espectrofotômetro digital HACH DR 2800 (Hach Company, Colorado, USA) através dos métodos de Nessler para N-NH₃, e Strickland and Parsons (1972) para N-NO₂ e NO₃ e PO₄. A alcalinidade total foi determinada por titulação volumétrica (ALPHA, 1995), após a análise, quando obtido valores menores do que é sugerido, 100-150 mg/L de CaCO₃ (EBELING et al., 2006), houve correção através da adição de bicarbonato de sódio (NaHCO₃).

Para o controle da amônia, foi realizado adições da fonte de carbono orgânico (melaço de cana de açúcar, com ~ 30% de Carbono) – com uma relação C:N = 6:1, nas unidades experimentais quando os níveis estiveram superiores a 0,8 mg de NAT/L. Não foi efetuada

trocas de água nas unidades experimentais de BFT, sendo realizada a reposição das perdas por evaporação.

O volume de sólidos sedimentáveis (mL/L) foi analisado semanalmente, onde amostras de um litro de água de cada unidade experimental do tratamento BFT foram transferidas para os cones de Imhoff e após 30 minutos de descanso, e o volume correspondente a estes sólidos sedimentados foi aferido seguindo a metodologia de Avnimelech, (2012). O nível ideal de sólidos sedimentáveis adotado foi de 10 mL/L (AVNIMELECH, 2012) e quando verificado quantidades superiores ao sugerido, foram instalados tanques de sedimentação com a finalidade de reduzir estes níveis.

4.5. Avaliação do desempenho zootécnico

O crescimento dos animais foi acompanhando semanalmente através da coleta de 50% dos indivíduos da população de cada unidade experimental, por meio de pesagens. No final do cultivo os animais foram pesados (balança digital de precisão de 0,1 g) e contados para determinação das variáveis de desempenho zootécnico por meio das fórmulas a seguir:

Peso médio final (g) = biomassa total(g) / número de animais)

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

Fator de conversão alimentar (FCA = Quantidade de alimento fornecido/ganho de biomassa)

Taxa de crescimento específico (TCE = $100 \cdot ((\ln \text{ peso médio final} - \ln \text{ peso médio inicial}) / \text{tempo de cultivo (dias)})$)

Sobrevivência (S = $100 \cdot (\text{população final} / \text{população inicial})$)

Biomassa Final = Peso Médio Final x N (quantidade de animais vivos)

4.6. Avaliação da composição centesimal da ração e do bioflocos

Foram coletados amostras do bioflocos ao início e final do experimento, assim como as dietas utilizadas para análise químico-bromatológica seguindo a metodologia oficial da AOAC (2000) para determinação da proteína bruta, utilizando o método de *Kjeldahl* (N x 6,25); extrato etéreo, determinado por método de extração etérea (*Soxhlet*); umidade, calculado por gravimetria em estufa com circulação de ar a 105°C até obtenção de peso constante; cinzas, através da incineração das amostras em mufla a 550°C durante cinco horas; e a fibra bruta pelo método de detergente ácido. A determinação da porcentagem de carboidrato presente foi

mensurada através do método de diferença, no qual é feita a subtração de 100% pela porcentagem de umidade, proteína, extrato etéreo, cinzas e fibra bruta.

4.7. Análise Estatística

Os dados amostrados foram analisados utilizando os testes de normalidade Shapiro-Wilk ($P < 0.05$) e homocedasticidade Cochran ($P < 0.05$) que foram efetuados antes das análises de variância, para identificar se os dados são paramétricos. Para análise estatística foi utilizada a análise de variância de dois fatores (ANOVA fatorial). E quando, observado diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0.05$), foi utilizado o teste de comparação de médias (Tukey). Todos os dados foram analisados utilizando o software ASSISTAT versão 7.6.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os dados da composição química dos ingredientes das dietas ofertada aos animais durante o experimento. Ao observar os valores de matéria seca na Tabelas 1 e 2, constata-se que os valores estiveram próximo ao sugerido pelo fabricante das rações.

Tabela 2. Composição química bromatológica do biofloco e ração utilizadas no experimento.

Composição Química (g/kg)	Biofloco 35% PB	Biofloco 40% PB	Ração 35% PB	Ração 40% PB
Matéria Seca ¹	191,70	161,90	873,70	868,80
Matéria Mineral ²	315,70	257,30	141,80	114,90
Matéria Orgânica ²	684,30	742,70	858,20	885,10
Proteína Bruta ²	354,60	402,40	359,70	409,10
Extrato Etéreo ²	40,40	41,00	95,00	103,30
Carboidratos Totais ²	289,00	299,00	403,00	373,00

PB – Proteína Bruta; ¹base na matéria natural; ²base na matéria seca.

A composição bromatológica do biofloco coletado ao final do período experimental (Tabela 2) presente nos tratamentos utilizando diferentes níveis de proteína bruta da ração, encontra-se dentro padrão da literatura, porém um pouco superior aos encontrados por Wasielesky et al. (2006) que observaram um valor de 30,07% de Proteína Bruta (PB), de igual modo, Emerenciano et al. (2006) encontraram valor de 30,40% de PB. É demonstrado na Tabela 2, que o biofloco obteve uma composição bromatológica favorável durante o período experimental, assim podendo contribuir no desempenho zootécnico dos animais presentes no sistema. No presente estudo, o conteúdo proteico do floco microbiano foi próximo ao nível recomendado por Zimmermann (1998), para juvenis de *M. rosenbergii* (32 a 37% PB).

A Tabela 3 apresenta as médias das variáveis de qualidade da água dos diferentes sistema de cultivo, nos quais encontram-se dentro dos níveis recomendados para o cultivo da espécie, que segundo New et al., (2010), são: temperatura (25-29 °C), oxigênio dissolvido (>4 mg/L), pH (valores próximos a 8), alcalinidade (35-120 mg/L), amônia (< 1 mg/L), nitrito (< 2 mg/L) e nitrato (< 80 mg/L), esses valores possibilitam o ótimo crescimento e desenvolvimento dos camarões. Todavia, as concentrações de nitrato e alcalinidade apresentaram diferença significativas ($p < 0,05$) para os fatores sistema de cultivo e proteína bruta, e o nitrito no fator proteína bruta, contudo não diferindo na interação entre esses fatores. Em relação ao nitrito, a maior média de concentração, foi de 0,09 mg/L, demonstrada no tratamento PB 40%, isso pode ser explicado devido as maiores concentrações de nitrogênio no sistema de cultivo, que pode ocorrer devido a alta quantidade de proteína bruta da ração e as sobras de alimento não consumido, ocorrendo lixiviação e ou decomposição, aumentando assim as concentrações de compostos nitrogenados dissolvidos na água (GROSS et al., 2000), as formas nitrogenadas mais encontradas nos sistemas de cultivo e que podem provocar danos consideráveis aos organismos cultivados são amônia e nitrito (WASIELESKY et al., 2003).

Em relação ao nitrato, houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos sistemas de cultivo, onde o tratamento de água clara obteve maior média, que foi de 93,99 mg/L, o mesmo foi observado por Morais et al., (2019), que ao comparar o sistema de água clara com o de bioflocos, observou uma maior eficiência na remoção dos compostos nitrogenados quando comparado ao sistema de bioflocos, devido a presença do biofilme. Holl et al. (2011), também consideram que a comunidade nitrificante fixada ao substrato é capaz de promover a nitrificação do sistema, mesmo que não haja atividade de bactérias heterotróficas. Possivelmente no presente estudo houve a formação do biofilme, e o processo de conversão dos compostos nitrogenados ocorreu de forma mais eficiente no tratamento de água clara em relação ao tratamento de bioflocos, o que justifica a maior média observada no presente estudo.

A alcalinidade diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) em ambos os fatores, sistemas de cultivo e proteína bruta da ração ofertada. O sistema de BFT obteve média superior, de 148,54 mgCaCO₃/L, sendo importante manter a concentração em valores altos, fazendo correções quando necessário, pois ocorre a queda da alcalinidade devido ao consumo de carbono inorgânico pelas bactérias heterotróficas e nitrificantes que formam o bioflocos (EBELING et al. 2006), esse consumo pode ser expresso de forma que para cada 1 grama de nitrogênio amoniacal total (NAT) oxidado em nitrato (NO₃), serão consumidos pelas bactérias heterotróficas, aproximadamente 4,18 g de oxigênio e 7,07 g de alcalinidade (CHEN et al.

2006), logo ocorre um alto consumo de alcalinidade neste sistema, sendo necessário manter altas concentrações de CaCO_3 neste sistema.

Os valores encontrados para sólidos sedimentáveis (SS) estiveram próximos a faixa sugerida por Emerenciano et al. (2017), que afirma que esses níveis devem ser mantidos entre 5 e 15 mL/L, para que o floco microbiano possa contribuir positivamente com a manutenção da qualidade da água, evitar um excessivo consumo de oxigênio dentro do sistema de cultivo, e evitar que haja obstrução das brânquias desses animais. Nos tratamentos de BFT ao longo do cultivo, ocorre o acúmulo dos sólidos, devido à adição de fonte de carbono orgânico, gerando o aumento na produção de SS, que são constituídos por altas quantidades de bactérias heterotróficas e autotróficas (LUO, AVNIMELECH, PAN & TAN, 2013).

Pode-se observar na Tabela 4, que não houve efeito significativo dos sistemas de cultivo, dos níveis de proteína bruta e da interação entre esses dois fatores, no peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), e taxa de crescimento específico (TCE), havendo diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a proteína bruta da ração no fator de conversão alimentar (FCA), sobrevivência (S) e biomassa final (BF) e não ocorrendo diferenças estatísticas na interação entre os fatores analisados.

O peso final dos animais obteve uma média de 0,60 g para o sistema água clara e 0,71 g para o sistema de bioflocos, valores que estiveram próximos dos encontrados por Seenivasan, Radhakrishnan, Muralisankar e Bhavan (2014), que avaliando o uso de probióticos no crescimento de pós-larvas de *M. rosenbergii* com peso inicial de 0,15 g por um período de 60 dias, encontraram peso final variando de 0,84 a 1,20 g.

O ganho de peso esteve próximo ao encontrado por Mancebo (1978) e Sandifer e Smith (1977) que chegaram a valores de ganho de peso entre 0,57 e 0,84 g respectivamente, por um período de cultivo de 60 dias, no presente estudo foi obtido médias variando entre 0,50 e 0,62 para o cultivo em água clara e bioflocos respectivamente. De acordo com Wasielesky et al. (2006), os animais criados nos sistemas com flocos microbianos mostram um aumento no ganho de peso devido aos benefícios nutricionais presentes nesses sistemas de criação, o que corrobora com o observado no presente estudo.

Em relação ao fator de conversão alimentar (FCA), o tratamento PB 35% obteve média menor quando comparado com o PB 40%, obtendo médias de, 3,26 e 4,73, respectivamente. Segundo Melo et al., (2015) elevadas médias de fator de conversão alimentar podem ser reflexo da baixa sobrevivência e baixa biomassa final no sistema de cultivo, e também pode ocorrer a não obtenção de bons resultados em relação ao crescimento desses animais, com altas concentrações de proteína bruta devido a possibilidade do animal de converter a proteína em

energia para suprir suas exigências energéticas (DIAZ, 1995). O presente estudo obteve médias de FCA semelhantes ao encontrado por Mendes e Martins (1995), que utilizando pós-larvas de *Macrobrachium rosenbergii*, em lagoas de terra com diferentes profundidades de água, obtiveram FCA variando de 2,59 a 6,83. O elevado fator de conversão alimentar encontrado pode ter sido influenciado pela não utilização de uma ração específica para a espécie estudada, onde no experimento foram utilizadas rações comerciais para camarão de água salgada.

Em relação a sobrevivência foram encontradas médias de 64,1% para cultivo de água clara e 46,9% para o cultivo de bioflocos, as menores médias de sobrevivência encontradas no sistema de bioflocos, podem ser explicadas devido ao fato dos animais alcançarem um maior peso final, e devido ao seu comportamento agnóstico por territorialismo (Dutra, et al., 2016) e também o canibalismo, os animais maiores podem ter consumido os animais menores, refletindo nas menores taxas de sobrevivência encontradas.

Tabela 3. Parâmetros de qualidade da água do cultivo de juvenis de *Macrobrachium rosenbergii* em distintos sistema de cultivo, submetidos a dois níveis de proteína bruta da ração.

	Proteína(%)	Temperatura (°C)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	pH	NAT (mg/L)	N – Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Alcalinidade (mgCaCO/L)	Ortofosfato (mg/L)	SS (mg/L)
Água Clara	35	27,29 ± 0,94	6,16 ± 0,19	8,15 ± 0,04	0,33 ± 0,03	0,09 ± 0,01	84,48 ± 13,62	109,61 ± 4,64	0,74 ± 0,09	-
	40	27,82 ± 0,83	6,05 ± 0,18	7,97 ± 0,01	0,36 ± 0,09	0,12 ± 0,06	103,51 ± 21,88	104,26 ± 3,81	0,91 ± 0,13	-
Bioflocos	35	27,86 ± 0,72	6,19 ± 0,15	8,13 ± 0,01	1,32 ± 0,183	0,03 ± 0,01	12,52 ± 3,49	152,41 ± 5,37	4,99 ± 0,51	14,91 ± 2,11
	40	28,04 ± 0,74	6,10 ± 0,19	8,07 ± 0,00	1,34 ± 0,158	0,07 ± 0,05	17,77 ± 4,16	144,68 ± 8,31	5,40 ± 0,31	15,84 ± 0,99
Efeito do Sistema de cultivo		NS	NS	NS	NS	NS	*	*	NS	NS
AC		27,55 ± 0,37	6,10 ± 0,08	8,06 ± 0,13	0,34 ± 0,01	0,11 ± 0,02	93,99 ± 13,45 ^a	106,94 ± 3,78 ^b	0,83 ± 0,12	-
BFT		27,95 ± 0,13	6,14 ± 0,06	8,1 ± 0,04	1,33 ± 0,01	0,06 ± 0,02	15,15 ± 3,71 ^b	148,54 ± 5,46 ^a	5,19 ± 0,29	15,375 ± 0,66
Efeito do Teor de Proteína Bruta		NS	NS	NS	NS	*	*	*	NS	
35		27,57 ± 0,40	6,17 ± 0,02	8,14 ± 0,01	0,82 ± 0,69	0,06 ± 0,04 ^b	48,50 ± 50,88 ^b	131,01 ± 30,26 ^a	2,86 ± 3,01	-
40		27,93 ± 0,15	6,07 ± 0,03	8,02 ± 0,07	0,85 ± 0,69	0,09 ± 0,03 ^a	60,64 ± 60,63 ^a	124,47 ± 28,58 ^b	3,16 ± 3,17	-
Interação sistemas X Teor de Proteína		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	-

*Nível de significância de 0,05.

AC - Água Clara; BFT – Bioflocos.

Tabela 4. Desempenho Zootécnico do Camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* submetido a diferentes sistemas de cultivo e dois níveis de proteína bruta da ração.

	Proteína(%)	PI (g) ¹	PF (g) ²	GP (g) ³	TCE ⁴	FCA ⁵	S (%) ⁶	BF (g) ⁷
Água Clara	35	0,08 ± 0,014	0,55 ± 0,083	0,46 ± 0,076	2,71 ± 0,245	3,72 ± 0,652 ^b	63,5 ± 11,210	34,74 ± 3,94
	40	0,08 ± 0,008	0,65 ± 0,045	0,55 ± 0,046	2,98 ± 0,111	2,81 ± 0,714	64,75 ± 7,410	42,66 ± 7,69
Bioflocos	35	0,08 ± 0,018	0,65 ± 0,179	0,56 ± 0,183	2,92 ± 0,451	4,67 ± 1,193 ^b	50,25 ± 24,019	29,69 ± 6,02
	40	0,08 ± 0,017	0,78 ± 0,147	0,68 ± 0,158	3,25 ± 0,283	3,84 ± 0,484 ^a	43,50 ± 10,279	32,92 ± 2,64
Efeito do Sistema de cultivo		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
AC		0,08 ± 0,015	0,59 ± 0,082	0,51 ± 0,075	2,81 ± 0,229	3,26 ± 0,797	56,87 ± 8,823	38,70 ± 3,57
BFT		0,08 ± 0,017	0,72 ± 0,168	0,62 ± 0,171	3,11 ± 0,391	4,25 ± 0,952	54,12 ± 17,480	31,30 ± 6,81
Efeito do Teor de Proteína Bruta		NS	NS	NS	NS	*	*	*
35	0,08 ± 0,015	0,60 ± 0,139	0,51 ± 0,139	2,84 ± 0,354	3,26 ± 1,025 ^b	64,12 ± 18,742 ^a	32,21 ± 3,57 ^b	
40	0,08 ± 0,013	0,70 ± 0,121	0,62 ± 0,128	3,08 ± 0,245	4,73 ± 0,788 ^a	46,87 ± 14,065 ^b	37,79 ± 6,88 ^a	
aInteração sistemas X Teor de Proteína		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

*Nível de significância de 0,05.

AC - Água Clara; BFT – Bioflocos; ¹ Peso inicial; ² Peso Final; ³ Ganho de Peso; ⁴ Taxa de Crescimento Específico; ⁵ Fator de Conversão Alimentar; ⁶ Sobrevivência, Biomassa Final⁷.

6. CONCLUSÃO

O Desempenho zootécnico do camarão *Macrobrachium rosenbergii*, foi similar entre os tratamentos estudados, logo conclui-se que a utilização do sistema de cultivo de bioflocos possibilita a redução das concentrações de proteína bruta da ração ofertada, sem que haja prejuízos as variáveis de desempenho zootécnico da espécie estudada, e as variáveis de qualidade de água.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarão (2015). *O censo da carcinicultura nacional em 2011*. Disponível em: <Disponível em: <http://www.abcc.com.br>>. Acesso em: 20 de novembro de 2019.

AVNIMELECH Y. Feeding with microbial flocs by tilápia in minimal discharge biofloc technology ponds. **Aquaculture**, v. 264, p. 140–147, 2007.

AVNIMELECH, Y. Biofloc Technology, a practical guide book. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, EUA, 2009.182p.

AVNIMELECH, Y. Biofloc Technology, A Practical Guide Book, 2nd ed. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, EUA, 2012. 272p.

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

AZIM, M. et al. Ingestion and utilization of periphyton grown on artificial substrates by Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 85–92, 2003.

BALLESTER, E. L. C.; MARZAROTTO, S. A.; CASTRO, C. S.; FROZZA, A.; PASTORE, I.; ABREU, P.C. Productive performance of juvenile freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* in biofloc system. **Aquaculture Research**, v. 48, p. 4748-4755, 2017.

BNDES - A Carcinicultura brasileira, 2004. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/226m/1/BS%2019%20A%20carcinicultura%20brasileira_P.pdf>. Acesso em: 03 set. 2019.

BOWMAN, T.E. E ABELE, L.G. Classification of the recent crustacea. The Biology of crustacea: Systematics, the fossil record, and Biogeography. Academic Press, Inc., New York, v. 1, 319p, 1982.

Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) - **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**: Brasil 2008-2009. Brasília, 2013.

BURFORD, M. A.; SMITH, D. M.; TABRET, S. J.; COMAN, F. E.; THOMPSON, P. J.; BARCLAY, M. C.; TOSCAS, P. J. The effect of dietary protein on the growth and survival of the shrimp, *Penaeus monodon* in outdoor tanks. **Aquaculture Nutrition**, v. 10(1), p. 15–23, 2004.

COSTA, B. B. Cultivo de Camarões em Sistema de Bioflocos. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/150987/001007824.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 11 set. 2019.

CRAB, R., CHIELENS, B., WILLE, M., BOSSIER, P., VERSTRAETE, W. The effect of different carbon sources on the nutritional value of biofloc, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* Post Larvae. **Aquaculture Research**, 41, 559–567, 2010.

D'ABRAMO, L.R.; NEW, M.B. Nutrition, Feeds and Feeding. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C.; TIDWELL, J.H.; D'ABRAMO, L.R.; KUTTY, M.N. *Freshwater Prawns: Biology and Farming*. New Delhi, India: Blackwell Publishing Ltd, 1:524-530, 2010.

DUTRA, F. M.; FORNECKA, S. C.; BRAZÃO, C. C.; FREIRE, C. A.; BALLESTER, E. L. C. Acute toxicity of ammonia to various life stages of the Amazon river prawn, *Macrobrachium amazonicum*, Heller, 1862. *Aquaculture*, 453, 104–109. 2017.

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***, v. 257, p. 346–358, 2006.

EMERENCIANO, M. Bioflocos – onde tudo começou. ***Revista Aquaculture Brasil***, 2017. Disponível em: <<http://www.aquaculturebrasil.com/2017/09/26/bioflocos-onde-tudo-comecou/>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

EMERENCIANO, M., GAXIOLA, G., CUZON, G. Biofloc technology (BFT) a review for aquaculture application and animal food industry. In: Matovic, M.D. (Ed.), ***Biomass Now Cultivation and Utilization***. InTech, p. 301–328, 2013.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – The State of World Fisheries and Aquaculture: online query. FAO, Roma, 2016.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). FIGIS – Fisheries Statistics: Global Aquaculture Production: online query. FAO, Roma, 2018.

GUPTA, A.; SINGH, H. S.; KAUR, G. S. Growth and carcass composition of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), fed different isonitrogenous and isocaloric diets. ***Aquaculture Research***, v. 38, p. 1355-1363, 2007.

HARGREAVES, J. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. *Aquacult. Eng.*, 34: 344–363, 2006.

HARGREAVES, J. A. Biofloc production systems for aquaculture. *Southern Regional Aquaculture Center*, v. 4503, p. 1-12, 2013.

HOLTHUIS, L.B. The Decapoda of the Siboga-Expedition. Part X. The Palaemonidae collected by the Siboga and Snellius expeditions, with remarks on other species. I. Subfamily Palaemoninae. *Siboga Expedition, monogr.* 39a9: 1-268, 1950.

HOLTHUIS, L.B. FAO species catalogue. Shrimps and Prawns of the World. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fisheries Synopsis*, v.1, n°. 125, Rome, XVIII + 271 p, 1980.

JACKSON, C.; PRESTON, N.; THOMPSON, P. J. Intake and discharge nutrient loads at three intensive shrimp farms. ***Aquaculture Research***, v.35, n.11, p.1053-1061, 2004.

JONES, A; DENNISON, W; PRESTON, N. Integrated treatment of shrimp effluent by sedimentation, oyster filtration and macroalgal absorption: a laboratory scale study. *Aquaculture*, 193(1-2), 155–178, 2001.

KIM, S. K., PANG, Z., SEO, H. C. et al. Effect of bioflocs on growth and immune activity of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* postlarvae. **Aquac. Res.** 45, 362–371, 2014.

LING, S.W. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). FAO fish. Rep., 3(57): 589-606, 1969.

LING, S.W. E MERICAN, A.B.O. Notes on the life and habits of the adults and larval stages of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). Proc. Indo-Pacif. Fish. Council., 9 (2): 55-60, 1961.

LOBÃO, V. L. Camarão-da-malásia: cultivo. EMBRAPA – SPI, Brasília, 102 p, 1996.

LUNA, M.; GRAZIANI, C.; VILLARROEL, E.; LEMUS, M.; LODEIROS, C. e SALAZAR, G. Evaluación de tres dietas con diferente contenido proteico en el cultivo de postlarvas del langostino de río *Macrobrachium rosenbergii*. **Zootec Trop**, 25: 111-121, 2007.

MARTÍNEZ-CORDOVA, R. Effect of dietary protein level on growth and survival of juvenile freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae). *Aquac Nutr*, 9: 207-213, 2003.

MANCEBO, V.J. Growth in tank-reared populations of the Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). Proc. **World Maricult. Soc.**, 9: 83-90 (1978).

MITRA, G.; CHATTOPADHYAY, D.N.; MUKHOPADHYAY, P. K. et al. Nutrition and Feeding in Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). **Aqua Feeds: Formulation & Beyond**, v. 2,p.17-19, 2005.

NEW, M. B. Farming freshwater prawns: A manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). FAO Fisheries Technical Paper, n. 428, Rome, 212 p, 2002.

NEW, M. B. Freshwater prawn farming: global status, recent research and a glance at the future. **Aquaculture Research**, 36(3), 210–230, 2005.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. Committee on Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. Washington: National Academic Press. P. 371, 2011.

OUIFARD, A.; SEYFABADI, J.; KENARI, A.A. et al. Growth and apparent digestibility of nutrients, fatty acids and amino acids in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed diets with rice protein concentrate as total and partial replacement of fish meal. **Aquaculture**, v. 342-343, p. 56–61, 2012.

PÉREZ-FUENTES, J. A.; PÉREZ-ROSTRO, C. I.; HERNANDEZ-VERGARA, M. P. Pond-reared Malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* with the biofloc system. **Aquaculture**, v. 400-401, p. 105-110, 2013.

PEZZATO, L. E. Qualidade dos ingredientes, processamento e eficiência alimentar em aquíicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12, 2002, Goiânia. Anais... Goiânia: **ABRAq**, 2002. p. 11-118.

ROCHA, I.P. A importância da aquíicultura e da carcinicultura no contexto da produção mundial de pescado: desafios e oportunidades para o Brasil. **Revista ABCC**, v. 15, n. 2, p. 16-26, 2013.

SAMOCHA, T. M.; PRANGNELL, D. I.; HANSON, T. R.; TREECE, G. D.; MORRIS, T. C.; CASTRO, L. F.; STARESINIC, N. Design and Operation of Super Intensive, Biofloc-Dominated Systems for Indoor Production of the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei* – The Texas A&M AgriLife Research Experience. **The World Aquaculture Society**, Baton Rouge, Louisiana, EUA, 2017. 368p (2017).

SAMOCHA, T.M.; LAWRENCE, A.L.; COLLINS, C.A. et al. Production of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in high-density greenhouse-enclosed raceways using low salinity groundwater. **Journal of Applied Aquaculture**, v.15, p. 1-19, 2004.

SANDIFER, P.A; SMITH T.I.J. Intensive rearing of post-larval Malaysian prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) in a closed cycle nursery system. **Proc. World Maricult. Soc.**, 8: 225-35 (1977).

SCOPEL, B. R. et al. Substituição da farinha de peixe em dietas para camarões marinhos cultivados em sistema bioflocos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 8, p.928-934, 2011.

SEENIVASAN, C., RADHAKRISHNAN, S., MURALISANKAR, T. et al. Effects of Probiotics on Survival, Growth and Digestive Enzymes Activities in Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879). **Proc Zool Soc** (2016) 69: 52.

SILVA, A. P. Viabilidade do uso de *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906) de Grossos-RN, Brasil, no cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em tanques-berçário. 2003. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2003. Disponível em: <<https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/bitstream/tede/6199/2/Adriano+Prysthon+da+Silva.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2019.

STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R. A practical handbook of seawater analysis. **Research Board**, canada, p. 310, 1972.

TAHIM, E. F.; DAMACENO, M. N.; ARAÚJO, I. F. Trajetória Tecnológica e Sustentabilidade Ambiental na Cadeia de Produção da Carcinicultura no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s.l.], v. 57, n. 1, p.93-108, 6 maio 2019.

URBANO, T.; SILVA, A.A.; MEDINA, L.; MORENO, C.; GUEVARA, M. e GRAZIANI, C. Crecimiento del camarón de agua dulce *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877), en lagunas de cultivo. **Zootec Trop**, 28: 163-172, 2010.

VALENTI, W. C. Criação de camarões de água doce. In: Congresso de Zootecnia, 12º, Vila Real, Portugal, Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais... p. 229-237, 2002.

VALENTI, W.C. Carcinicultura de água doce: tecnologia para produção de camarões. Brasília: **Fapesp**, 383 p. 17-24, 1998.

VALENTI, W.C. Criação de camarões de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE DE ZOOTECNIA, 27 / REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO LATINO-AMERICANA DE PRODUÇÃO ANIMAL, 12, Campinas. Anais... p. 757-785, 1990.

VALENTI, W.C. Cultivo de camarões de água doce. In: V Encontro anual de etologia, Jaboticabal. Anais... p. 195-202., 1987.

DUTRA, F. M., RIO, G. S., ZADINELO, I. V., CUPERTINO BALLESTER, E. L. (2019). Exposure of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) post-larvae to different nitrate concentrations: Effect on performance and welfare. **Aquaculture**, 734674. doi:10.1016/j.aquaculture.2019.734674

NEW, M.B., VALENTI, W.C., TIDWELL, J.H., D'ABRAMO, L.R., KUTTY, M.N. 2010. Freshwater prawns biology and farming. Wiley-Blackwell, Oxford. <https://doi.org/10.1002/9781444314649>.

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

EMERENCIANO, M. G. C., MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L. R., MARTÍNEZ-PORCHAS, M., MIRANDA-BAEZA, A. (2017). Biofloc Technology (BFT): A Tool for Water Quality Management in Aquaculture. In Water Quality. InTech, 5, 91-109. <https://doi.org/10.5772/66416>.

LUO. G., AVNIMELECH. Y., PAN. Y. F., TAN. H. X. (2013). Inorganic nitrogen dynamics in sequencing Batch reactors using biofloc technology to treat aquaculture sludge. **Aquacultural Engineerin**, 52, 73-79. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.09.003>

BALLESTER, E. L. C., MARZAROTTO, S. A., CASTRO, C. S., FROZZA, A., PASTORE, I., ABREU, P. C. (2017). Productive performance of juvenile freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* in biofloc system. **Aquaculture Research**, 48 (9), 4748-4755. <https://doi.org/10.1111/are.13296>

MELO, F. P., PADILHA, G. M. F., LIMA, V., PAULO, J., SOUZA, S. C. Cultivo do camarão marinho com bioflocos sob diferentes níveis de proteína com e sem probiótico. **Revista Caatinga**, 2015, 28.4: 202-210.

MORAIS, A. P. M., ABREU, M. P. C., Wasielesky, W., Krummenauer, D. Effect of aeration intensity on the biofilm nitrification process during the production of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) in Biofloc and clear water systems. **Aquaculture**, 2020, 514: 734516.

HOLL, C. M., OTOSHI, C., UNABIA, C. R. (2011). Nitrifying biofilms critical for water quality in intensive shrimp RAS. **Global Aquaculture Advocate**, 14, 38-39.

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

CHEN, S., LING, J., BLANCHETON, J.P. (2006) Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors. **Aquacult Eng** 34:179–197.

GROSS, A. et al. Nitrogen budget and transformations in channel catfish ponds. **Aquacultural Engineering**, v.24, p.113-132, 2000.

WASIELESKY, W. et al. The effect of temperature, salinity and nitrogen products on food consumption of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, p.135– 141, 2003.

WASIELESKY JR, W. et al. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Aquaculture**, v. 258, n. 1, p. 396-403, 2006.