



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



**O USO DE UM ADITIVO COMERCIAL FLOCULANTE E O SEU EFEITO NA
FORMAÇÃO DOS BIOFLOCOS NO CULTIVO DO CAMARÃO
LITOPENAEUS VANNAMEI (BOONE, 1931) NO SISTEMA BFT (BIOFLOC
TECHNOLOGY SYSTEM).**

MISSILENY DE JESUS XAVIER

RIO GRANDE/RS

2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE-FURG
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA**

**O USO DE UM ADITIVO COMERCIAL FLOCULANTE E O SEU EFEITO NA
FORMAÇÃO DOS BIOFLOCOS NO CULTIVO DO CAMARÃO
LITOPENAEUS VANNAMEI (BOONE, 1931) NO SISTEMA BFT (BIOFLOC
TECHNOLOGY SYSTEM).**

MISSILENY DE JESUS XAVIER

Orientador: Prof. Dr. Dariano Krummenauer

Coorientador: Prof. Dr. Wilson Wasielesky

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura no Programa de Pós-graduação em Aquicultura da Universidade Federal de Rio Grande.

RIO GRANDE/RS

JULHO/2019

INDICE

DEDICATÓRIA	V
AGRADECIMENTOS	VI
RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
INTRODUÇÃO	9
OBJETIVO GERAL	12
Objetivos Específicos	12
METODOLOGIA EXPERIMENTAL	12
Metodologia geral	12
Local de realização dos experimentos	12
Origem dos camarões.....	12
Configurações de teste e condições de cultivo	12
Experimentos	14
Caracterização do aditivo.....	15
Formação dos bioflocos	15
Monitoramento dos parâmetros da qualidade da água.....	16
Manejo alimentar	17
Desempenho zootécnico dos camarões.....	17
Análise Estatística.....	18
Metodologia específica	18
Experimentos 2 e 3	18
Caracterização da comunidade microbiana	18
Experimento 3.....	19
Análise da composição proximal.....	19
RESULTADOS	20
Experimento 1.....	20
Variáveis físico-químicas da água	20
Desempenho Zootécnico.....	27
Experimento 2.....	28
Variáveis físico-químicas da água	28
Caracterização da comunidade microbiana	35
Desempenho zootécnico	40
Experimento 3.....	42

Variáveis físico-químicas da água.....	42
Caracterização da comunidade microbiana	49
Análise da composição proximal do floco.....	55
Desempenho zootécnico	57
DISCUSSÃO	58
Parâmetros físicos- químicos da água.....	58
Microrganismos	63
Composição Proximal do bioflocos	63
Desempenho zootécnico	64
CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação à minha família e a aos meus amigos que de alguma forma contribuíram para realização desse projeto

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a minha família, pelo apoio incondicional nessa etapa da minha vida que mesmo estando longe fisicamente me deram todo suporte necessário me incentivando e acreditando em mim.

A meu orientador Dariano Krummenauer, pelo ensinamento, dedicação, paciência e profissionalismo em todas as fases desse estudo. Obrigada pela oportunidade.

Ao meu coorientador professor Wilson Wasielesky pela contribuição e ensinamentos ao longo desses dois anos de mestrado.

Um agradecimento em especial a INVE Aquaculture por disponibilizar o produto que possibilitou a realização desse estudo.

A Universidade Federal do Rio Grande, em particular ao programa de Pós-graduação em Aquicultura, em nome de todos os professores, pesquisadores e técnicos da Estação Marinha de Aquicultura que estiveram no dia a dia e auxiliaram e contribuíram para o meu aprendizado.

Ao Projeto Camarão pela oportunidade de aprender e trabalhar com esses excelentes profissionais que são referência e fazem diferença na carcinocultura nacional e internacional.

Aos professores Paulo Cesar Abreu e Marcelo Tesser pelo auxílio a minha pesquisa disponibilizando os seus laboratórios para realização das análises que permitiram concluir os objetivos propostos nesse projeto.

Aos colegas e amigos da EMA, que em vários momentos estiveram comigo, me ajudando, comemorando e tornando os meus dias melhores aqui em Rio Grande. Em especial ao Hellyjúnior e Wellica que tiveram enorme contribuição nesse projeto me auxiliando nas análises e na rotina de trabalho.

Aos órgãos de fomento CAPES, CNPq, FAPERGS e FINEP pela concessão das bolsas e pelos recursos concedidos que possibilitam a execução da ciência no Brasil. Um especial agradecimento aos nossos apoiadores Guabi, Trevisan, AllAqua, Inve e Aquatec pelo suporte e apoio irrestrito em todas as etapas deste trabalho, que são indispensáveis para realização das nossas pesquisas.

RESUMO

O sistema de tecnologia de bioflocos tem como base uma comunidade de microrganismos que atuam como alimento, probiótico e melhoram a qualidade da água de cultivo. A melhoria da qualidade da água se dá pela remoção dos compostos nitrogenados. Pode ser feita pelo fitoplâncton ou pelas bactérias. As bactérias atuam em duas vias: a primeira através das bactérias quimioheterotróficas que sintetizam biomassa bacteriana a partir da amônia e um segundo grupo, que metabolizam a amônia em compostos menos tóxicos, as bactérias nitrificantes. As bactérias em sua maioria vivem em formas de agregados em torno de uma superfície que pode ser orgânica ou inorgânica. Os argilominerais com sua propriedade de adsorção, sua elevada área superficial e propriedades flocculantes podem ser uma alternativa para acelerar a formação desses bioflocos, e com isso também acelerar a formação de substrato que age como superfície de fixação de bactérias, aumentando a sua produção. O crescimento da produção bacteriana pode garantir uma manutenção qualidade da água nesse sistema. Com isso o objetivo deste trabalho foi avaliar a adição de argilomineral na formação dos bioflocos e sua influência na comunidade microbiana e na nitrificação no cultivo do camarão-branco-do-Pacífico *L. vannamei* em sistema de tecnologia de bioflocos. O estudo contou com três experimentos que avaliaram a concentração e frequência para aplicação do argilomineral. A densidade utilizada foi de 400 camarões/m³. No experimento 1 analisou-se a frequência e dosagem de aplicação sendo delineado com os seguintes tratamentos: Controle (sem adição do argilomineral), 2 mg/L, 5mg/L e 10mg/L de aplicação diária, 10mg/L, 30 mg/L e 50 mg/L de aplicação semanal. No segundo experimento avaliou-se maiores dosagens com aplicação diária delineado com os seguintes tratamentos: Controle (sem adição do argilomineral), 10mg/L, 50mg/L e 100 mg/L. No experimento 3 avaliou-se o efeito de uma única concentração com e sem a presença de um inóculo de bioflocos delineado com os seguintes tratamentos: Controle sem produto e sem inóculo, Controle sem produto e com inóculo, 50mg/L de argilomineral sem inóculo e 50mg/L de argilomineral com inóculo. Todos os tratamentos nos três experimentos contaram com três repetições cada. Os camarões foram alimentados com ração comercial com teor proteico de 38% duas vezes ao dia. No experimento 1 os parâmetros de qualidade da água e desempenho zootécnico não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). No experimento 2 apresentaram diferenças significativas nos parâmetros de concentração de nitrito, sólidos suspensos totais, turbidez e desempenho zootécnico ($p \leq 0,05$). Nesse experimento a abundância de microrganismos não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. No terceiro experimento ocorreram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) nos parâmetros de amônia e nitrito. A adição do argilomineral não influenciou a abundância na comunidade microbiana, no entanto a composição proximal do floco apresentou diferenças significativas ($p \leq 0,05$), apresentando melhores resultados nos tratamentos controle com e sem inóculo de bioflocos. A adição do argilomineral influenciou a formação de bioflocos e sua composição proximal, porém não afetou a abundância de microrganismos e nitrificação. Por outro lado o desempenho zootécnico do *L. vannamei* não foi afetado pela adição do composto.

Palavras-chave: Bactérias; agregados, substrato, nitrificação, argilomineral.

ABSTRACT

The biofloc technology system is based on a community of microorganisms that act as food, probiotic and improve the quality of cultivated water. Water quality is improved by the removal of nitrogen compounds. It can be made by phytoplankton or bacteria. Bacteria act in two ways: the first through chemoheterotrophic bacteria that synthesize bacterial biomass from ammonia and a second group that metabolize ammonia into less toxic compounds, nitrifying bacteria. Most bacteria live in aggregate forms around a surface that can be organic or inorganic. Clay minerals with their adsorption property, high surface area and flocculant properties may be an alternative to accelerate the formation of these bioflocs, thereby also accelerating the formation of substrate that acts as a bacterial fixation surface, increasing their production. The growth of bacterial production can guarantee the maintenance of water quality in this system. Thus, the objective of this work was to evaluate the addition of clay mineral in the formation of bioflocs and its influence on the microbial community and nitrification in the cultivation of the Pacific -White -Shrimp *L. vannamei* in a biofloc technology system. The study had three experiments that evaluated the concentration and frequency for application of the clay mineral. The density used was 400 shrimp / m³. In experiment 1 the frequency and dosage of application were analyzed and outlined with the following treatments: Control (without addition of clay minerals), 2 mg /L, 5 mg/L and 10 mg/L daily application, 10 mg/L, 30 mg/L and 50 mg /L weekly application. In the second experiment, higher dosages were evaluated with daily application outlined with the following treatments: Control (without addition of clay minerals), 10 mg/L, 50 mg/L and 100 mg/L. In experiment 3 the effect of a single concentration with and without the presence of a biofloc inoculum delineated with the following treatments was evaluated: Control without product and without inoculum, Control without product and with inoculum, 50mg / L clay mineral without inoculum and 50mg / L of clay mineral with inoculum. All treatments in the three experiments had three repetitions each. Shrimps were fed 38% protein diets twice daily. In experiment 1 the parameters of water quality and zootechnical performance showed no significant differences ($p > 0.05$). Experiment 2 showed significant differences in nitrite concentration, total suspended solids, turbidity and zootechnical performance parameters ($p \leq 0.05$). In this experiment the abundance of microorganisms did not present significant differences between treatments. In the third experiment there were significant differences ($p \leq 0.05$) in the parameters of ammonia and nitrite. The addition of clay mineral did not influence the abundance in the microbial community, however the proximal flake composition showed significant differences ($p \leq 0.05$), presenting better results in the control treatments with and without biofloc inoculum. The addition of clay mineral influenced the formation of bioflocs and their proximal composition, but did not affect the abundance of microorganisms and nitrification. On the other hand, *L. vannamei* zootechnical performance was not affected by the addition of the compound.

Key-words: Bacteria; aggregates, substrate, nitrification, clay-mineral.

1 **INTRODUÇÃO**

2 O ritmo de expansão da carcinicultura vem acontecendo de forma crescente
3 em vários países do mundo e muito desse sucesso na produção se dá pelo cultivo do
4 camarão da espécie *Litopenaeus vannamei*, o camarão-branco-do-Pacífico. Essa espécie
5 por ter uma grande capacidade de adaptação e suporte da variação dos parâmetros
6 ambientais, é um potencial para o desenvolvimento de novas técnicas de manejo que
7 impulsionam cada vez mais o crescimento desse setor (Cuzon et al., 2004; Liao e Chien,
8 2011; FAO, 2018).

9 No entanto, essa expansão da carcinicultura tem como principais
10 preocupações o descarte de efluentes na natureza, o uso da água e muitas vezes o
11 desmate de áreas para a construção de viveiros (Páez-Osuna, 2001; Jayanthi et al.,
12 2018). Nos cultivos tradicionais a renovação da água é constante, principalmente para
13 manter bons níveis de oxigênio dissolvido e eliminar os compostos tóxicos presentes
14 naquela água, sobretudo a amônia, que é o principal produto da excreta do camarão.
15 Porém essas práticas aumentam a chance de que patógenos sejam liberados para o
16 ambiente como também facilita a eutrofização das águas para onde esses efluentes estão
17 sendo descartados (Haslun et al., 2012). Com base nisso, há alguns anos, novos sistemas
18 de produção vem sendo estudados a fim de minimizar esses impactos no meio ambiente
19 sem diminuir a produtividade.

20 O sistema BFT (Biofloc Technology System) é uma tecnologia para o uso em
21 produção intensiva de organismos aquáticos. As suas principais vantagens são a troca
22 zero da água ou a mínima renovação e a alta produtividade em pequeno espaço, fazendo
23 com que esse tipo de tecnologia seja “ecologicamente amigável”. Vários estudos já vêm
24 evidenciando os benefícios dos bioflocos na carcinicultura (Wasielesky et al., 2006;
25 Krummenauer et al., 2011; Xu e Pan, 2012; Lara et al., 2017). O uso desse sistema vem
26 como alternativa para o cultivo de camarão.

27 A base do sistema BFT é a formação de uma cadeia microbiana constituída por
28 diversos microrganismos, incluindo algas, protozoários, fungos e bactérias que se
29 juntam com detritos e partículas orgânicas (Avnimelech, 2012). As vantagens desse
30 sistema é que esses bioflocos podem servir como alimento para o animal, o que tende a
31 diminuir a necessidade por proteína da ração (Emerenciano et al., 2011; Xu et al.,
32 2016), como também podem agir com ação probiótica nos animais cultivados (Zhao et

33 al., 2012; Samocha et al., 2017). Sobretudo uma das suas principais importâncias são a
34 melhoria e manutenção da qualidade da água (Krummenauer et al., 2014; Kumar et al.,
35 2017). A intensidade com que esses efeitos são alcançados pode depender do tipo e
36 composição dos bioflocos do sistema (Xu et al., 2016).

37 A manutenção da qualidade da água é dada principalmente em virtude da
38 eliminação dos compostos nitrogenados liberados pelos animais e os que entram pela
39 ração. O fitoplâncton e as bactérias são os microrganismos mais relevantes nessa
40 função. O primeiro grupo absorve o nitrogênio utilizando-o para seu crescimento
41 (Hargreaves, 2013). As desvantagens de um sistema com predominância de microalgas
42 são as altas variações de pH e oxigênio dissolvido ao longo do dia (Burford et al.,
43 2003). O segundo grupo, as bactérias, são subdivididas em quimioheterotróficas e
44 quimioautotróficas. As quimioheterotróficas sintetizam proteína a partir da amônia e
45 carbono orgânico, e para que isso ocorra de forma eficaz é preciso que a relação
46 carbono: nitrogênio seja apropriada para sua utilização (Burford et al., 2003;
47 Hargreaves, 2013). A adição de fontes de carbono orgânico é essencial nesse sistema.
48 Ebeling et al. (2006) indica que para cada 1g de amônia é necessário 6 gramas de
49 carbono. Avnimelech (2012) ainda sugere que a relação da água de cultivo fique em
50 torno de 15:1 (C/N). Esse grupo de bactérias são as primeiras a aparecerem no sistema
51 BFT.

52 O outro grupo de bactérias são as quimioautotróficas que metabolizam a amônia
53 em compostos menos tóxicos (Hagopian e Riley, 1998). Diferente das microalgas e
54 bactérias quimioheterotróficas, que tem uma ciclagem muito mais rápida da amônia,
55 essas são responsáveis pelo processo de nitrificação, mais demorado, no entanto
56 responsável pela assimilação de boa parte do nitrogênio que entra em um sistema de
57 aquicultura. Através de bactérias amônio-oxidantes (AOB) a amônia é metabolizada a
58 nitrito e por meio das nitrito-oxidantes (NOB) o nitrito é metabolizado a nitrato, esse
59 último sendo a forma menos tóxica. Essas bactérias tem velocidade de crescimento
60 menor do que bactérias quimioheterotróficas (Ebeling et al., 2006). Ao contrário das
61 quimioheterotróficas, as nitrificantes utilizam carbono inorgânico para seu
62 desenvolvimento. Todo esse processo é limitado pela temperatura, pH, oxigênio
63 dissolvido e concentração de nitrogênio (Timmons et al., 2012).

64 As bactérias no geral, tanto no ambiente natural como no sistema de cultivo
65 vivem em formas de agregados em torno de uma superfície orgânica (Grossart, 2010),
66 mas também podem utilizar partículas inorgânicas, como minerais para seu substrato
67 (Attramadal et al., 2012; Lind et al., 1997) e a sua abundância é
68 significativamente maior nos agregados do que em seu entorno (Prosser, 2007).

69 Os argilominerais por terem elevada área superficial específica, capacidade de
70 sorção e troca iônica (Mello et al., 2011) podem se tornar um substrato ideal e assim
71 contribuir para o aumento da biomassa bacteriana. Além disso, as bactérias nitrificantes
72 tem sua atividade celular maior quando estão ligadas a superfícies que atraem íons NH_4^+
73 e NO_2^- como o caso dos argilominerais (Prosser, 2007). Lind et al., (1997); Stotzky,
74 (1966) relataram o uso de argilominerais como partícula inorgânica para agregação
75 bacteriana. Quando a agregação aumenta, a taxa de afundamento tende a aumentar e
76 essas bactérias deixariam de estar suspensas (Alldredge e Silver, 1988). No sistema
77 BFT esses agregados ficam em suspensão devido à movimentação mecânica causada
78 pelos sistemas de aeração o que é de suma importância para a manutenção da qualidade
79 da água e alimentação dos animais cultivados.

80 O uso de argilomineral já vem sendo utilizado para processos de tratamento de
81 água com resíduos industriais devido a seu poder coagulante, de adsorver nutrientes e
82 de formar agregados. Aguiar e Novaes, (2002) utilizaram aluminossilicato para
83 remoção de metais pesados provenientes dos resíduos industriais. Silva e Amaral,
84 (2006) também usaram argilominerais para remoção de chumbo no tratamento de
85 efluentes. Para esses casos o argilomineral serve como coagulante, desestabilizando as
86 partículas coloidais que tendem a se manter separadas na água e a aglomeração dessas
87 partículas e a formação dos flocos é denominado floculação.

88 Na aquicultura, em particular no sistema BFT o uso de uma fonte inorgânica
89 como substrato e/ou floclulantes especialmente argilominerais ainda é bastante
90 desconhecida. O que poderia ser interessante para acelerar a formação desses bioflocos.
91 Com isso essa técnica poderia garantir a manutenção da qualidade da água, já que com
92 um aumento da produção de bactérias, a metabolização dos compostos pode se mostrar
93 mais eficiente e conseqüentemente aumentar o desempenho zootécnico do animal.

94

95 **OBJETIVO GERAL**

96 Analisar o efeito da suplementação do aditivo comercial denominado BM,
97 baseado em argilominerais na formação dos bioflocos e o seu efeito no camarão
98 cultivado e na qualidade da água.

99 **Objetivos Específicos**

- 100 • Monitorar os parâmetros de qualidade da água com o uso da suplementação do
101 BM ao longo do cultivo;
- 102 • Analisar a frequência e a concentração do aditivo nos seus diferentes
103 tratamentos e avaliar qual apresentou a melhor condição para o cultivo;
- 104 • Caracterizar a composição dos microrganismos formadores do Bioflocos;
- 105 • Analisar qual o efeito na composição proximal dos bioflocos com a adição do
106 floculante;
- 107 • Analisar o desempenho zootécnico do *L. vannamei* no período de cultivo.

108 **METODOLOGIA EXPERIMENTAL**

109 **Metodologia geral**

110 **Local de realização dos experimentos**

111 Os estudos foram realizados no Laboratório de Carcinocultura da Estação
112 Marinha de Aquacultura “Professor Marcos Alberto Marchiori” (EMA) pertencente ao
113 Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio– FURG, localizado na cidade
114 do Rio Grande, Cassino - RS, Brasil (32° 19’ 115 S, 52° 15’ W) nos meses de Janeiro à
115 Julho de 2018.

116 **Origem dos camarões**

117 Os camarões da espécie *Litopenaeus vannamei*, espécie utilizada no estudo,
118 foram obtidos do laboratório comercial Aquatec[®] localizado na cidade de Canguaretama
119 no Rio Grande do Norte, Brasil, em estágio de náuplios. Após chegada à Estação
120 Marinha de Aquacultura foram submetidos à larvicultura e berçário até chegarem aos
121 tamanhos utilizados para iniciar os experimentos.

122 **Configurações de teste e condições de cultivo**

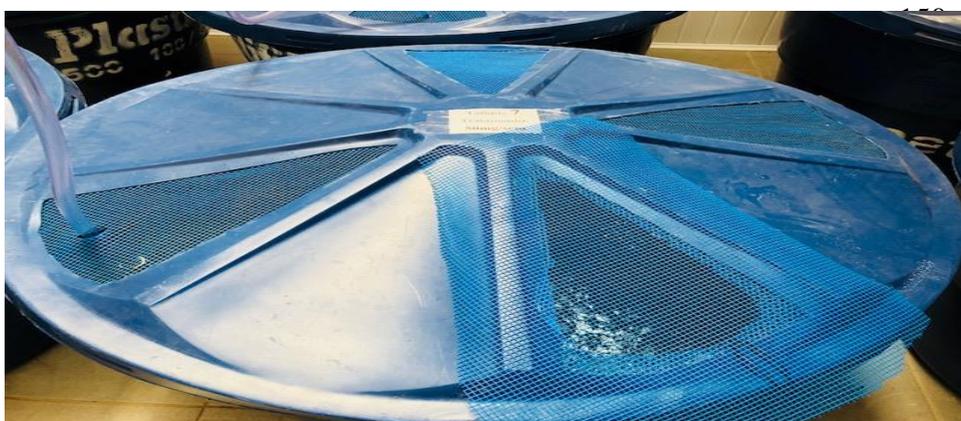
123 Antes da estocagem, cada unidade experimental foi preenchida com água do mar
124 filtrada bombeada da praia do Cassino. A água utilizada foi previamente tratada com
125 uma solução de hipoclorito de sódio a 10 mg/L para possível eliminação de
126 microrganismos e para a retirada do cloro residual foi utilizado ácido ascórbico em pó

127 em uma concentração de 1,0 mg/L. As perdas de água devidas à evaporação foram
128 repostas com água doce declorada. Para controlar e evitar oscilações de temperaturas
129 durante o período de cultivo, os tanques foram protegidos com uma cobertura que diminui
130 a intensidade luminosa em 50% e um aquecedor para a temperatura manter-se constante
131 e com média entre 28°C e 32°C recomendado para o desenvolvimento ótimo da espécie
132 de acordo com Van Wyk e Scarpa, (1999). Em todas as unidades experimentais foram
133 instalados um sistema de aeração composto por um par de mangueiras micro perfuradas,
134 Aero-tube[®], abastecidas por um soprador de ar de potência de 2HP. Os tanques
135 utilizados nos experimentos são de formato circular constituídos com material de
136 Policloreto de vinila (PVC) com volume de 500L. A densidade de estocagem utilizada
137 foi de 400 camarões/m³ nos três experimentos, no entanto, no experimento 1 foi
138 utilizado um volume útil de 400L (160 camarões/tanque) e nos experimentos 2 e 3 um
139 volume útil de 200L (80 camarões/tanque).
140

141



149 **Figura 1:** Sala experimental utilizada para realização dos experimentos.



160

161 **Figura 2:** Cobertura do tanque de cultivo.

162 **Experimentos**

163 Foram realizados três experimentos a fim de analisar frequência e concentração
164 de aplicação do aditivo comercial.

165 Experimento 1: No primeiro experimento com o intuito de analisar frequência e
166 dosagem, foram configurados os seguintes tratamentos:

- 167 1. Controle (sem adição do floculante)
- 168 2. 2mg/L de aplicação diária (2mg/L diário)
- 169 3. 5mg/L de aplicação diária (5mg/L diário)
- 170 4. 10mg/L de aplicação diária (10mg/L diário)
- 171 5. 10mg/L de aplicação semanal (10mg/L sem)
- 172 6. 30mg/L de aplicação semanal (30mg/L sem)
- 173 7. 50mg/L de aplicação semanal (50mg/L sem)

174 Esse experimento foi realizado no período de 16 de janeiro a 14 de março de
175 2018. O peso inicial dos camarões foi de $1,2g \pm 0,46g$.

176 Experimento 2: Nesse experimento o floculante foi aplicado diariamente na água.
177 Os tratamentos foram configurados da seguinte maneira:

- 178 1. Controle (Sem adição do floculante)
- 179 2. 10mg/L de floculante (10mg/L)
- 180 3. 50mg/L de floculante (50mg/L)
- 181 4. 100mg/L de floculante (100mg/L)

182 Esse experimento foi realizado no período de 23 de abril a 29 de maio de 2018.
183 O peso inicial dos camarões foi de $1,9g \pm 0,57g$.

184 Experimento 3: Nesse experimento foi analisado uma única dosagem e
185 frequência de aplicação do floculante com e sem o uso de inóculo. Com os seguintes
186 tratamentos: A aplicação do composto ocorreu diariamente.

- 187 1. Controle sem adição de inóculo de bioflocos (C)
- 188 2. Controle com adição de inóculo de bioflocos (CI)
- 189 3. 50mg/L do floculante sem adição de inóculo de bioflocos (BM)
- 190 4. 50mg/L do floculante com adição de inóculo de bioflocos (BMI)

191

192 Esse experimento foi realizado no período de 04 de junho a 02 de julho de 2018.
193 O peso inicial dos camarões foi de $4,08 \pm 0,81$ g.

194 **Caracterização do aditivo**

195 O aditivo BM utilizado para floculação nos três experimentos é um composto de
196 argilominerais modificado e uma fração de carbono orgânico. A dosagem e frequência
197 de aplicação do aditivo variaram de acordo com cada experimento. O floculante tem
198 forma de pó como mostra a figura 3 e antes de ser adicionado ao tanque a dosagem do
199 composto foi diluída em uma amostra de água do próprio tanque de cultivo.



200
201 **Figura 3:** Cor e forma do aditivo de argilomineral modificado utilizado nesse estudo.
202

203 Seus ingredientes e porcentagem de inclusão estão descritos na tabela 1.

204 **Tabela 1:** Composição do aditivo floculante.
205

Ingredientes	Inclusão
Silicatos de alumínio (Al_2SiO_5)	50,0%
Trigo (trigo em pó)	20,0%
Sulfato de ferro ($Fe_2(SO_4)_3$)	10,0%
Sulfato de magnésio ($MgSO_4$)	7,5%
Sulfato de cálcio ($CaSO_4$)	7,5%
Sulfato de manganês ($MnSO_4 \cdot H_2O$)	5,0%
Total	100,0%

206 **Formação dos bioflocos**

207 No experimento 1 para estimulação da comunidade microbiana e formação dos
208 bioflocos, nos primeiros três dias de experimento foram adicionados farelo de trigo e
209 melação para manter a relação C/N da água em 15/1 como proposto por Avnimelech
210 (1999), como também para servir de substrato inicial para fixação de bactérias. No

211 experimento 2, antes da estocagem dos camarões, um inóculo de bioflocos de um
212 sistema de cultivo em andamento da própria Estação Marinha de Aquicultura foi
213 adicionado à água ($N-(NH_3+NH_4^+) = 0,25 \text{ mg/L}$; $N-NO_2^- = 0,26 \text{ mg/L}$; $N-NO_3^- =$
214 $99,7\text{mg/L}$), em uma fração de cinco por cento (5%) do volume útil do tanque, assim
215 como no experimento 3, nos tratamentos que incluía o inóculo (Krummenauer et al.,
216 2014). A fertilização orgânica foi feita com melaço de cana-de-açúcar com 37% de
217 carbono. Calculando de acordo com o volume do tanque e quantidade de entrada de
218 nitrogênio no sistema, assim como recomendado por Avnimelech, (1999); Ebeling et
219 al., (2006).

220 **Monitoramento dos parâmetros da qualidade da água**

221 Os parâmetros de temperatura, pH e oxigênio dissolvido foram monitorados
222 duas vezes ao dia (diariamente). A temperatura e oxigênio foram aferidas usando um
223 oxímetro (YSI[®] pro 20) e o pH usando (pH meter[®] FE 20/FG2). Quando o valor do pH
224 encontrava-se abaixo de 7,3 foram realizadas correções de acordo com Furtado et al.,
225 (2011) o qual indica que para aumentar o nível de pH em $0,8 \pm 0,15$ é necessário
226 aplicação de uma dosagem de cal hidratada na concentração de 0,15 g/L. Para a
227 determinação da concentração de nitrogênio amoniacal total ($N-(NH_3^+NH_4^+)$) e nitrito
228 ($N-NO_2^-$) foram coletadas amostras de água diariamente e quantificadas de acordo com
229 Unesco, (1983) para nitrogênio amoniacal total e (Strickland e Parsons, 1972) para
230 nitrito. Quando a concentração de amônia ultrapassou 1 mg/L foi feita uma aplicação de
231 carbono orgânico (melaço) de uma maneira que mantenha 6g de carbono para 1g de
232 nitrogênio (Ebeling et al., 2006). Quando as concentrações de nitrito ultrapassavam o
233 nível de segurança recomendados para a espécie, foram realizadas renovações de 20%
234 do volume útil do tanque a fim diminuir a sua concentração. No experimento um 25
235 mg/L e nos experimentos dois e três de 20mg /L de acordo com suas respectivas
236 salinidades (Lin e Chen, 2003). A alcalinidade foi analisada seguindo a metodologia
237 indicada por (APHA, 1989) a cada três dias. Quando os valores não ultrapassaram 150
238 mg $CaCO_3$ /L ocorria a aplicação da cal hidratada para a correção dos níveis como
239 sugerido por Furtado et al., (2011) que indica que para aumentar a alcalinidade em
240 $110 \pm 10 \text{ mg/L}$ é necessário aplicação de uma dosagem de cal hidratada na
241 concentração de 0,15 g/L. A salinidade foi verificada duas vezes na semana usando o
242 multiparâmetro (Hach[®] HQ40 d). Semanalmente foram monitorados os parâmetros de

243 turbidez, sólidos suspensos totais, nitrato e fosfato. A turbidez da água foi verificada
244 semanalmente utilizando o turbidímetro (Hach® 2100P). Nitrato (N-NO₃⁻), Fosfato (P-
245 PO₄³⁻) e sólidos suspensos totais (mg/L) utilizando o método indicado por Strickland e
246 Parsons (1972). Para análise da concentração de sólidos suspensos totais foram
247 coletadas amostras de água de 20 mL as quais foram filtradas com filtros de fibra de
248 vidro GF50- A (poro: 0,7µm; diâmetro: 47mm), através de uma bomba de sucção a
249 vácuo (Primatec®). Para manter os sólidos abaixo de 500mg/L como recomendado para
250 a espécie por Gaona et al., (2011) foi utilizado o método de clarificação proposto pelo
251 mesmo autor. Nos experimentos 2 e 3 a concentração de sólidos suspensos totais
252 utilizada para iniciar clarificação foi de 700mg/L, a fim de manter os níveis abaixo do
253 relatado por Schweitzer et al. (2013) para entupimento de brânquias e outros danos aos
254 animais cultivados.

255 **Manejo alimentar**

256 A alimentação ofertada aos camarões ocorria duas vezes ao dia, com uma ração
257 com teor proteico de 38% (Potimar GUABI®). As taxas de arraçoamento eram ajustadas
258 de acordo com a metodologia sugerida por Garza de Yta et al., (2004). Para ter um
259 melhor controle do consumo a ração era depositada em 10% na bandeja de alimentação
260 que cada unidade continha e a restante jogada a lançar dentro dos tanques.

261 **Desempenho zootécnico dos camarões**

262 Para acompanhar o crescimento dos camarões foram realizadas biometrias
263 semanais com 30 camarões por tanque no experimento 1 e 20 camarões por tanque nos
264 experimentos 2 e 3 com uma balança analítica digital de precisão (PN- Balance
265 Eletronic- BL 5200AS-BI). Foram avaliados ganho de peso semanal, conversão
266 alimentar aparente sobrevivência e produtividade, de acordo com os seguintes cálculos:

- 267 • Ganho de peso semanal (GPS) = (Peso final- peso inicial)/semanas de
268 cultivo
- 269 • Conversão alimentar aparente (CAA) = Alimento ofertado/ acréscimo de
270 biomassa.
- 271 • Sobrevivência = (biomassa final/peso médio individual) / n° indivíduos
272 estocados) x 100
- 273 • Produtividade = (biomassa final – biomassa inicial) / volume do tanque.

274

275 **Análise Estatística**

276 Os dados obtidos foram submetidos à análise de homocedasticidade (Levene) e
277 normalidade na distribuição dos dados. Quando os pressupostos não foram aceitos, os
278 valores passaram por transformações matemáticas (Raiz quadrada, cosseno, seno,
279 tangente, logaritmo, logaritmo natural e arco cosseno dos números). Em seguida foi
280 aplicada uma análise de variância de uma via (experimento 1 e 2) e análise de variância
281 fatorial (experimento 3), ANOVA ($\alpha= 0,05$) e teste post-hoc Tukey quando diferenças
282 significativas foram encontradas.(ZAR, 2010).

283

284 **Metodologia específica**

285 A metodologia utilizada para os experimentos 2 e 3 foram as mesmas utilizadas
286 para a realização do experimento 1, sobretudo nos experimentos 2 e 3 outras variáveis
287 foram analisadas e as suas metodologias estão descritas abaixo.

288 **Experimentos 2 e 3**

289 **Caracterização da comunidade microbiana**

290 Para a caracterização da comunidade de microrganismos, foram coletadas
291 amostras de água semanalmente. O volume utilizado foi de 18 mL de água adicionando
292 para a fixação dos microrganismos, 2 mL de formalina a 40% , de modo que a solução
293 final fique na concentração de 4% para posterior análise.

294 Para contagem de abundância de bactérias, as amostras foram filtradas em filtros
295 de membrana de polycarbonato (Nuclepore, poro: 0,2 μm e diâmetro: 25 mm) e coradas
296 com Laranja de Acridina 1%, na concentração de 1 $\mu\text{g/mL}$ (Hobbie et al., 1977), antes
297 da filtragem, os filtros foram escurecidos com Irgalan Black. Ao terminar o processo de
298 coloração as lâminas foram fotografadas com uso de uma câmera fotográfica conectada
299 a um microscópio de epifluorescência Axioplan-Zeiss, com magnificação de 1000X,
300 para contagem de 30 campos aleatórios.

301 Para contagem de protozoários e outros grupos foi utilizado o microscópio
302 invertido de modelo Olympus IX51 com magnificação final de 200X. Foram usadas
303 alíquotas de 2,1mL e contados 20 campos aleatórios (Utermöhl, 1958). Todas as
304 contagens foram feitas no Laboratório de Ecologia do Fitoplâncton e de
305 Microrganismos Marinhos do Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio
306 Grande.

307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338

Experimento 3

Análise da composição proximal

Ao final do experimento três, amostras dos flocos dos tanques foram coletadas para análise da composição proximal. Após a retirada dos animais, a água de cada unidade experimental foi filtrada com um filtro de 50 µm. As amostras foram secas em uma estufa a 60°C por um período de 72 horas. Todas as amostras foram maceradas ficando em forma de pó para melhor manuseio para análises. Para quantificação de cinzas, uma alíquota das amostras foram pesadas e calcinadas na mufla por um período de 5 horas a 600°C. Antes da adição das amostras os cadinhos utilizados para essa análise foram previamente secos na mufla para a retirada de qualquer umidade. As amostras foram colocadas no cadinho e pesadas para obter o peso inicial. Após a secagem das amostras foi feita a pesagem e o cálculo de porcentagem pelas diferenças dos pesos ((peso final- peso inicial) x 100). A análise de proteína bruta foi feita em concordância com o método de Kjeldahl. Para essa análise, previamente é feita a digestão das amostras com substâncias catalisadoras (K₂SO₄ + Se --> moer em graal 95g K₂SO₄ e 5g de Se), em seguida é feita a destilação e titulação do nitrogênio, o resultado obtido é dado em valor de nitrogênio total. Para obter o valor de proteína bruta é necessário multiplicar pela constante 6,25 (porcentagem de nitrogênio na proteína). A porcentagem de extrato etéreo é calculada através do extrator de Soxhlet, pelo método a quente. Nesse método utiliza-se como solvente o éter de petróleo. A extração dura de 4 a 16 horas, a qual depende da velocidade de condensação, nesse trabalho utilizou-se o tempo de 6 horas para cada amostra. Para quantificação de fibra as amostras passam por uma digestão ácida (ácido sulfúrico - concentração: 1,25%) e básica (hidróxido de sódio - concentração: 1,25%) por 30 minutos cada. É feita a pesagem da amostra antes e depois da digestão, para a queima do resíduo deixa-se por uma hora em uma mufla a 500°C e pesa-se novamente. O cálculo de fibra bruta é feito pela diferença de pesos. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos na Estação Marinha de Aquicultura (EMA) do Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, segundo metodologias da AOAC (2000).

339 **RESULTADOS**

340 **Experimento 1**

341 **Variáveis físico-químicas da água**

342 Os resultados obtidos para os parâmetros de pH, amônia, nitrito, nitrato, fosfato,
 343 alcalinidade, turbidez e sólidos suspensos totais não apresentaram diferenças
 344 significativas ($p>0,05$). Os resultados de temperatura e oxigênio dissolvido
 345 apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos ($p<0,05$).
 346 Valores médios e o desvio padrão desses resultados estão representados na tabela 2 e 3.

347 **Tabela 2:** Valores médios, desvio padrão, mínimos e máximos (em parênteses) dos
 348 parâmetros físico- químicos da água como temperatura, oxigênio dissolvido, pH,
 349 salinidade e alcalinidade nos tratamentos: Controle, 2mg/L diário, 5mg/L diário,10g/L
 350 diário, 10mg/L semanal,30mg/L semanal e 50mg/L semanal durante os 57 dias de
 351 cultivo. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p<0,05$).

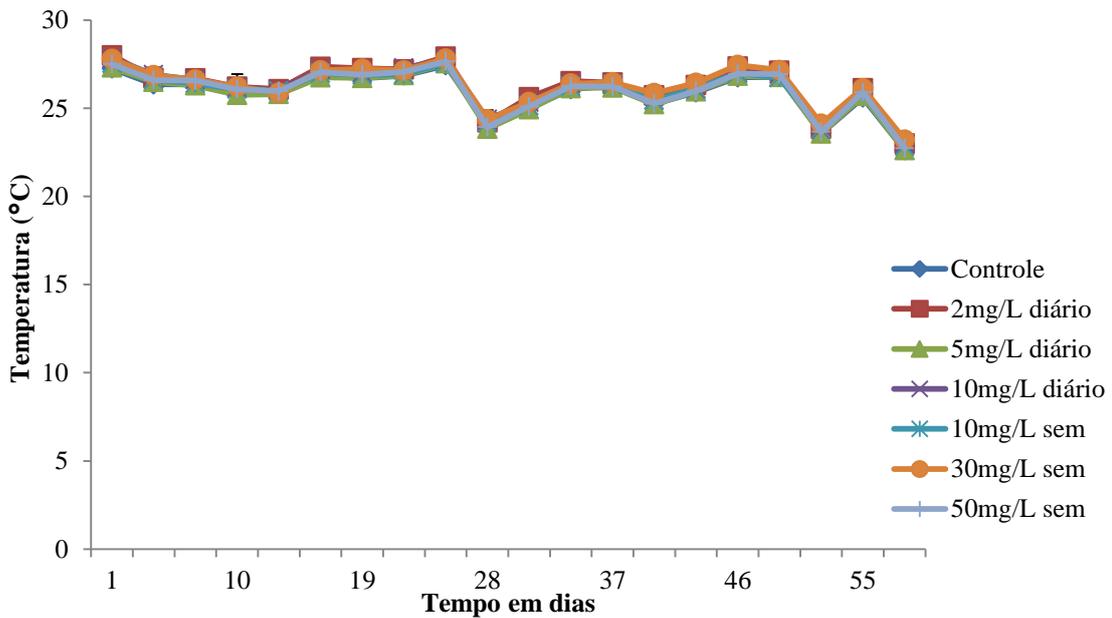
Parâmetros	Tratamentos						
	Controle	2mg/L diário	5mg/L diário	10mg/L diário	10mg/L semanal	30mg/L semanal	50mg/L semanal
Temperatura (°C)	26,1 ±1,2 ^{ab} (22,4-27,6)	26,2 ±1,2 ^a (22,8-28,5)	26,0 ±1,2 ^b (22,3-27,9)	26,0 ±1,2 ^{ab} (22,3-28,3)	26,1 ±1,2 ^{ab} (22,8-27,8)	26,3 ±1,2 ^a (22,8-28,3)	26,1 ±1,2 ^{ab} (22,4-27,7)
O.D (mg/L)	5,93 ±0,5 ^c (4,5-7,3)	5,77 ±0,5 ^a (4,6-7,0)	5,92 ±0,5 ^{bc} (5,1-7,2)	5,86 ±0,5 ^{abc} (4,8-6,9)	5,84 ±0,5 ^{abc} (4,3-7,0)	5,79 ±0,5 ^{abc} (4,8-7,0)	5,78 ±0,6 ^{ab} (4,0-6,8)
pH	8,0 ±0,3 (7,1-8,5)	8,1 ±0,2 (7,6-8,8)	8,1 ±0,3 (7,6-8,9)	8,1 ±0,2 (7,6-8,6)	8,1 ±0,3 (7,6-8,7)	8,1 ±0,2 (7,6-8,8)	8,1 ±0,3 (7,6-8,8)
Salinidade	32,5 ±0,8 (31,4-33,4)	32,6 ±0,9 (31,4- 33,6)	32,6 ±0,9 (31,4- 33,9)	32,6 ±0,9 (31,4- 33,5)	32,5 ±0,8 (31,4- 33,5)	32,6 ±0,9 (31,4- 33,5)	32,5 ±0,8 (31,4- 33,4)
Alcalinidade (mg/L)	161 ±29 (110-240)	162 ±40 (90-300)	191 ±74 (60-460)	164 ±38 (80-310)	172 ±38 (100-245)	181 ±54 (70-330)	175 ±44 (90-245)

352

353 As variações de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e alcalinidade durante
 354 todo o cultivo do *Litopenaeus vannamei* em sistema BFT são apresentadas nas figuras
 355 4, 5, 6 e 7.

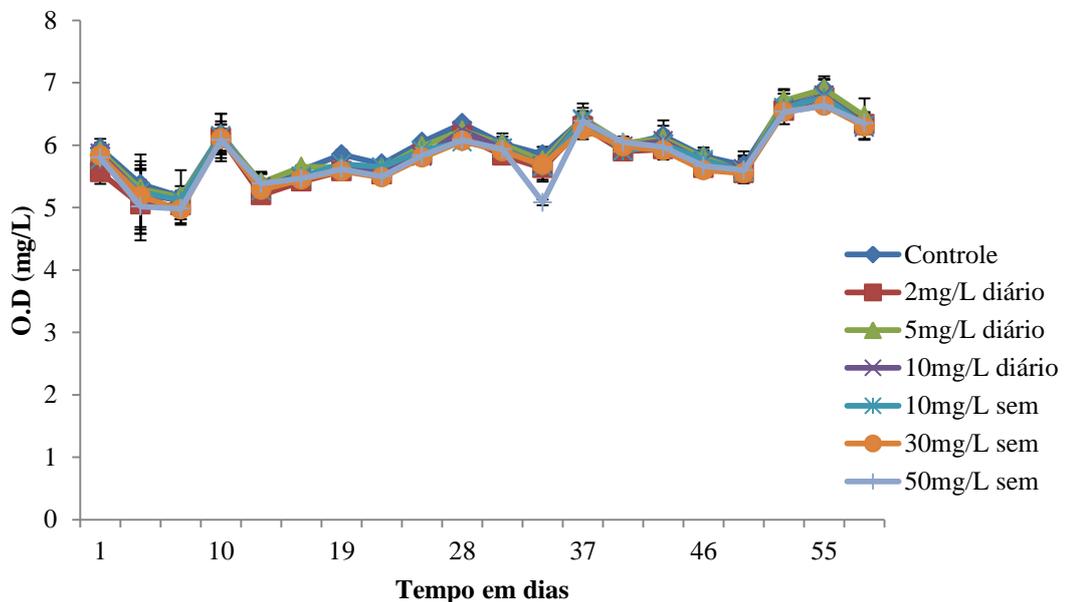
356

357



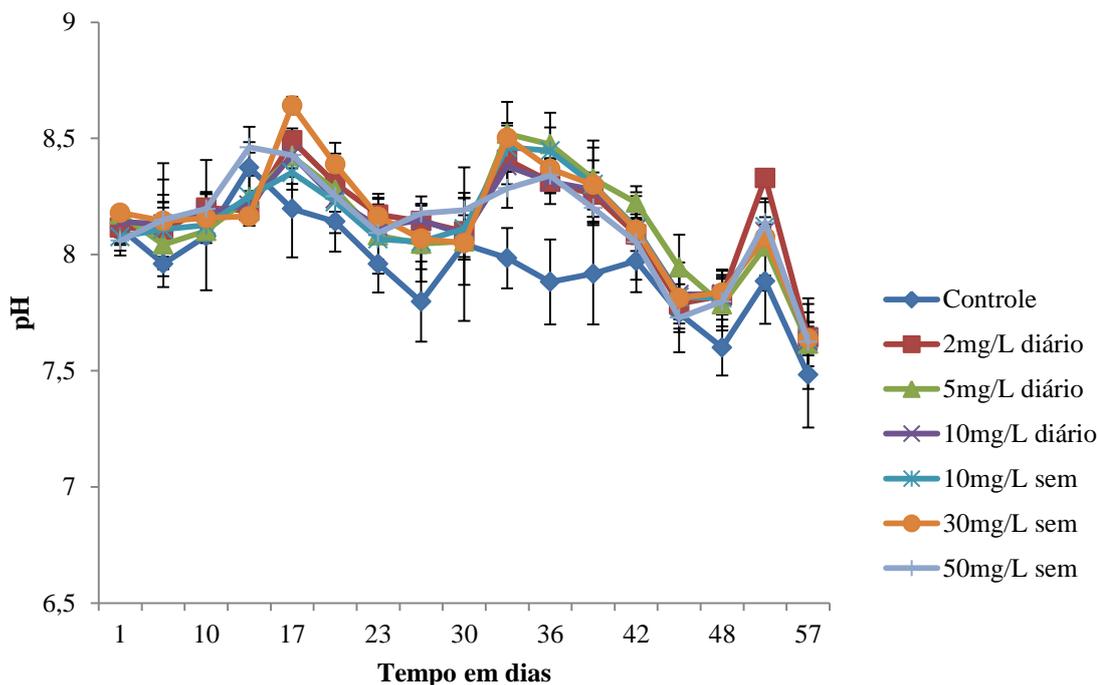
358
359
360
361
362
363

Figura 4: Variações médias (diárias) de temperatura ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT expostos a diferentes frequências e concentrações de floculante. As barras verticais indicam o desvio padrão.

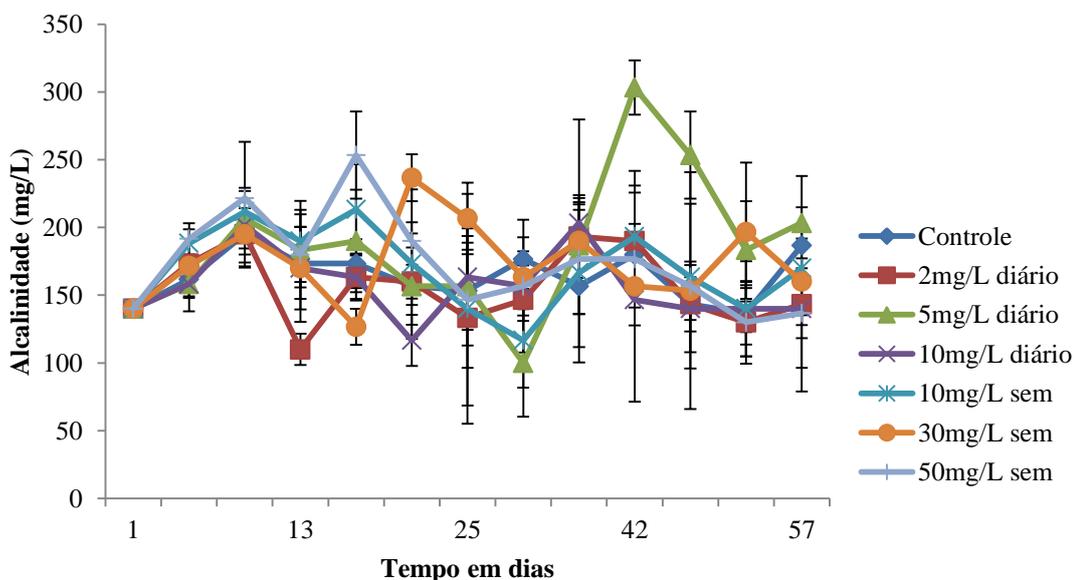


364
365
366
367
368
369

Figura 5: Variações médias (diárias) de oxigênio dissolvido ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT expostos a diferentes frequências e concentrações de floculante. As barras verticais indicam o desvio padrão.



370 **Figura 6:** Variações médias (diárias) de pH ao longo do cultivo de *L. vannamei* em
 371 sistema BFT expostos a diferentes frequências e concentrações de flocculante. As barras
 372 verticais indicam o desvio padrão.
 373
 374
 375
 376



377 **Figura 7:** Variações de alcalinidade ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema
 378 BFT expostos a diferentes frequências e concentrações de flocculante. As barras
 379 verticais indicam o desvio padrão
 380
 381

382 **Tabela 3:** Valores médios, desvio padrão, mínimos e máximos (em parênteses) das
 383 concentrações de amônia, nitrito, nitrato, fosfato, turbidez e sólidos suspensos totais nos
 384 tratamentos: Controle, 2mg/L diário, 5mg/L diário, 10g/L diário, 10mg/L semanal,
 385 30mg/L semanal e 50mg/L semanal durante os 57 dias de cultivo.

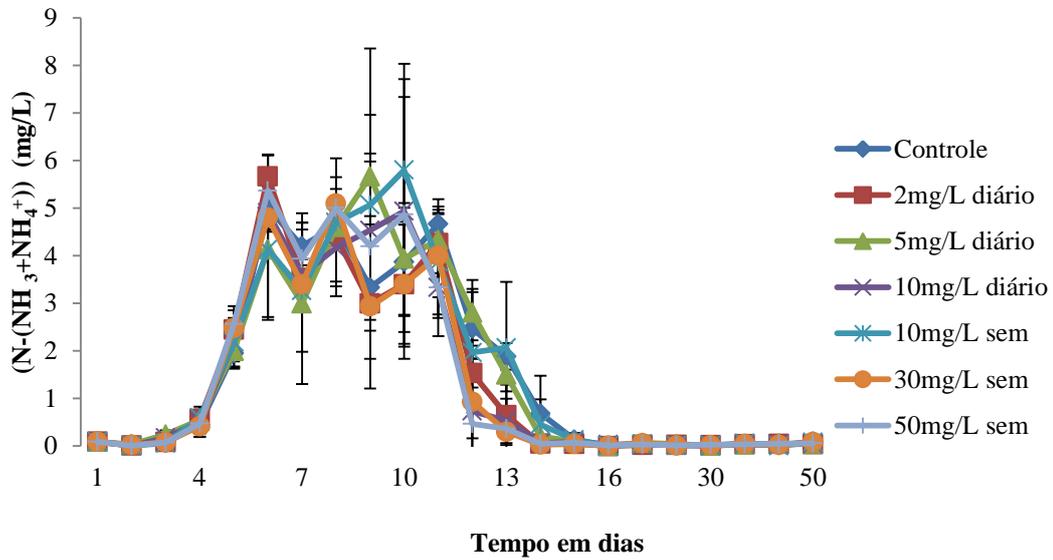
Parâmetros	Tratamentos						
	Controle	2mg/L diário	5mg/L diário	10mg/L diário	10mg/L semanal	30mg/L semanal	50mg/L semanal
Amônia (mg/L)	1,53± 1,90 (0,01- 5,4)	1,36± 1,85 (0,01- 6,2)	1,50± 2,00 (0,01- 7,6)	1,37± 1,99 (0,01-8)	1,57 ± 2,10 (0,01- 7,6)	1,29 ± 1,84 (0,01- 5,4)	1,41 ± 2,07 (0,01- 7,6)
Nitrito (mg/L)	7,85± 8,09 (0,01- 28)	8,81± 8,35 (0,01- 30)	6,25± 8,18 (0,01- 30)	7,39±9,01 (0,01- 32)	6,40± 8,28 (0,01- 30)	7,15± 8,81 (0,01- 35)	7,16± 7,84 (0,01- 30)
Nitrato (mg/L)	26,36±26,9 (0,01- 80,8)	33,91±32,1 (0,01- 105,2)	33,87±31,2 (0,01- 102,6)	30,33±26,3 (0,01-81,2)	29,25±25,5 (0,01- 69,4)	32,75±29,9 (0,01- 95,4)	31,85±28,5 (0,01- 82,5)
Fosfato (mg/L)	0,35± 0,44 (0,01- 1,9)	0,42± 0,40 (0,01- 1,8)	0,37± 0,33 (0,01- 1,11)	0,42± 0,35 (0,01- 0,98)	0,34± 0,28 (0,01- 0,88)	0,38± 0,37 (0,01- 1,48)	0,38± 0,34 (0,01- 1,28)
Turbidez (NTU)	220± 157 (2,3- 535)	204 ± 138 (2,3- 634)	245 ± 152 (2,3-566)	259 ± 165 (2,3- 689)	273 ± 192 (2,3-615)	271 ± 171 (2,3- 655)	246 ± 158 (2,3- 619)
SST (mg/L)	426 ±203 (32- 810)	394 ±176 (32- 765)	444 ±183 (32- 765)	452 ±188 (32- 840)	466 ±214 (32- 860)	460 ±204 (32- 780)	484 ±200 (32- 825)

386 SST=Sólidos suspensos totais.

387

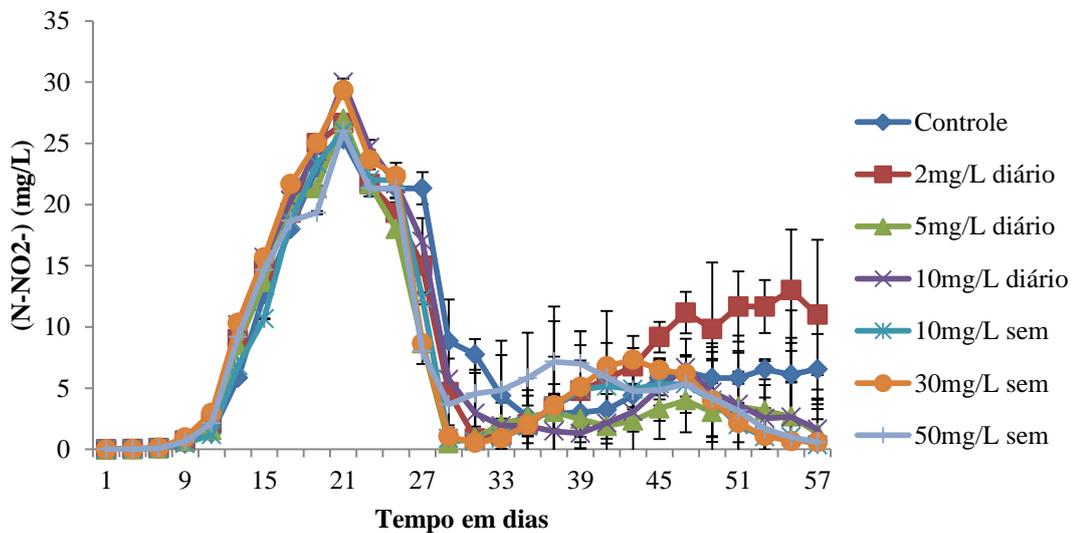
388 As variações de amônia, nitrito, nitrato, fosfato, turbidez e sólidos suspensos
 389 totais durante o experimento estão apresentadas nas figuras de 8 a 13 respectivamente.
 390 Entre os 6° e 10° dia todos os tratamentos tiveram suas maiores concentrações de
 391 amônia, chegando o tratamento 10mg/L semanal a atingir a concentração de 5,8 mg/L
 392 no 10° dia em uma de suas réplicas. Após o 11° dia em todos os tratamentos ocorreu
 393 quedas das concentrações. Ao passo que as concentrações de amônia diminuíram a
 394 concentração de nitrito tendeu a aumentar, chegando a seu máximo no 20° e 21° dia em
 395 todos os tratamentos. No 21° dia o tratamento 30mg/L semanal teve média de 29,3
 396 mg/L de nitrito. Após esse dia as concentrações de nitrito diminuíram, no entanto os
 397 tratamentos controle e 2mg/L diário voltaram a aumentar as suas concentrações de
 398 nitrito nos últimos 20 dias de cultivo. O nitrato e fosfato forma aumentando ao longo do
 399 experimento, sobretudo o fosfato apresentou uma queda de concentração entre o 22° e
 400 36° dia de cultivo. Os valores de turbidez e SST aumentaram ao longo dos dias de
 401 experimento.

402
403



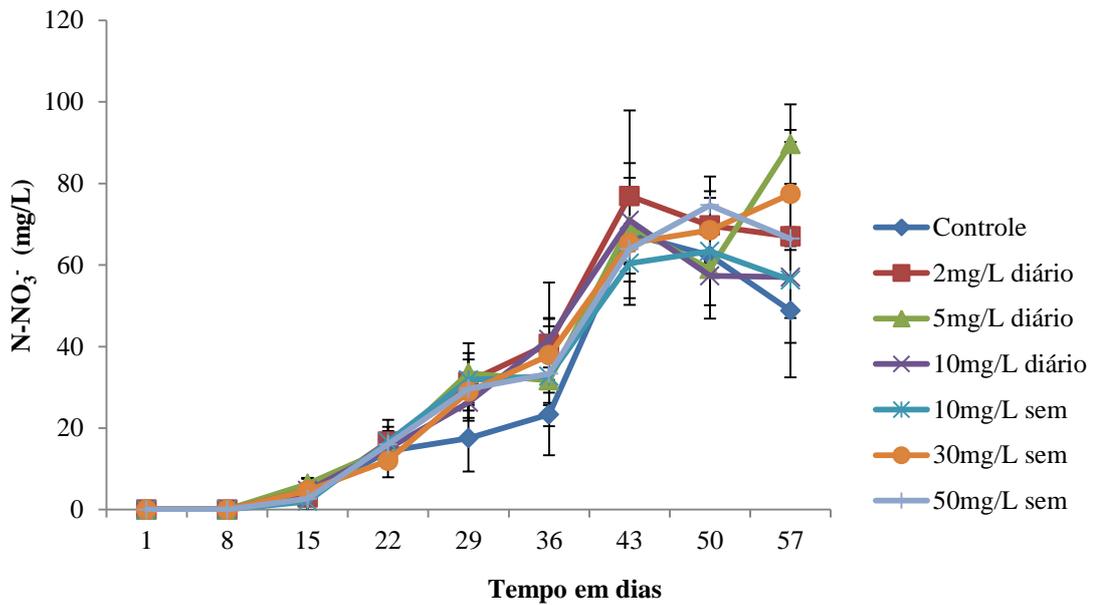
404
405
406
407
408
409

Figura 8: Variações de amônia ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT expostos a diferentes frequências e concentrações de flocculante. As barras verticais indicam o desvio padrão.



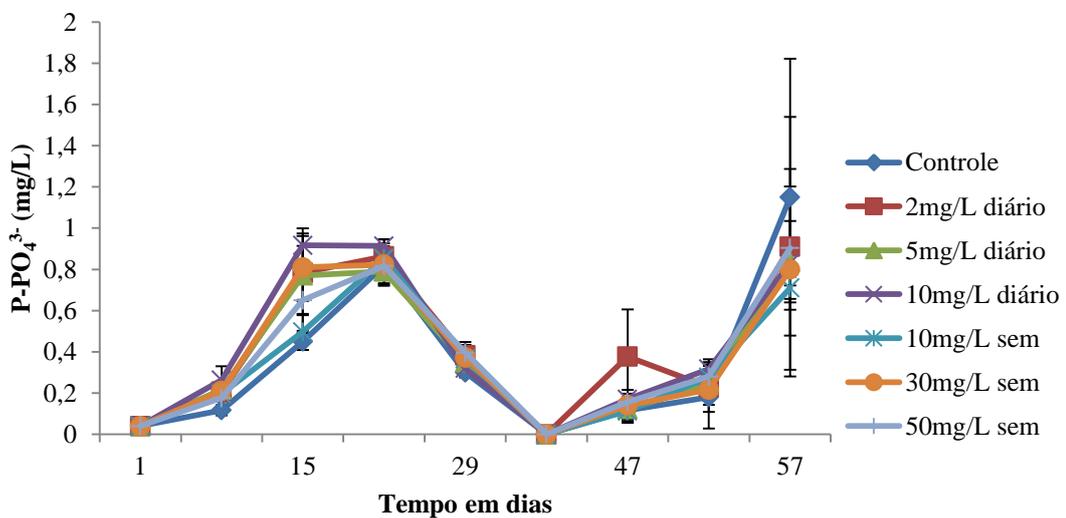
410
411
412
413
414
415
416

Figura 9: Variações de nitrito ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT expostos a diferentes frequências e concentrações de flocculante. As barras verticais indicam o desvio padrão.



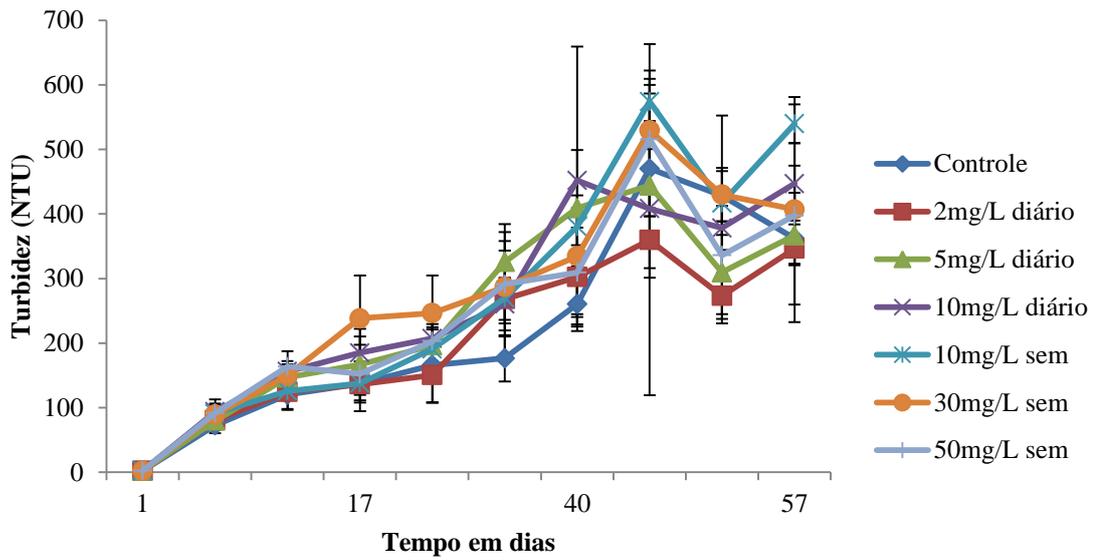
417
 418 **Figura 10:** Variações de nitrato ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT
 419 expostos a diferentes frequências e concentrações de floculante. As barras verticais
 420 indicam o desvio padrão.

421
 422
 423
 424



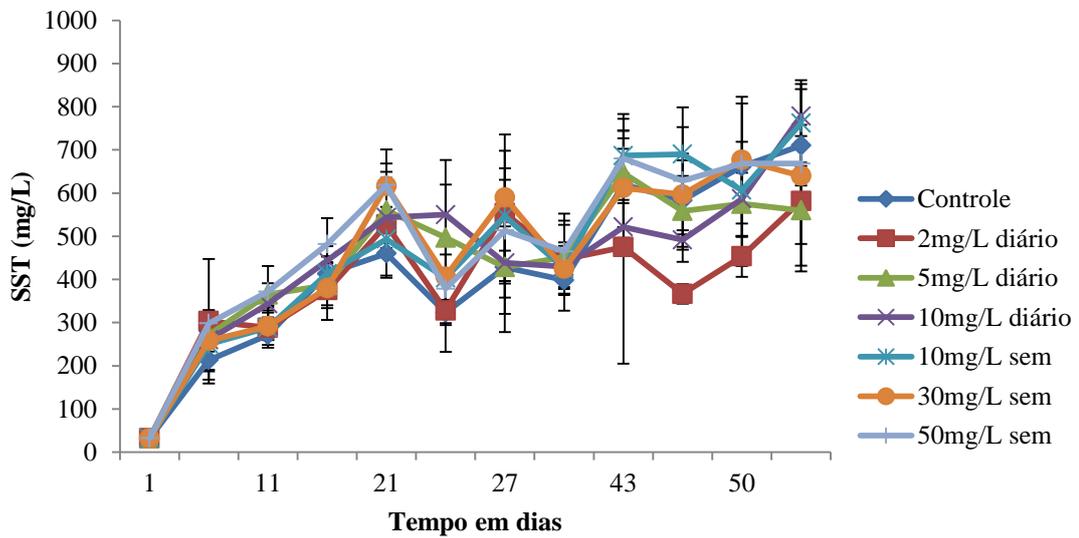
425
 426 **Figura 11:** Variações de fosfato ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT
 427 expostos a diferentes frequências e concentrações de floculante. As barras verticais
 428 indicam o desvio padrão.

429
 430
 431
 432



433
434
435
436
437
438
439
440
441
442

Figura 12: Variações de turbidez ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT expostos a diferentes frequências e concentrações de flocculante. As barras verticais indicam o desvio padrão.



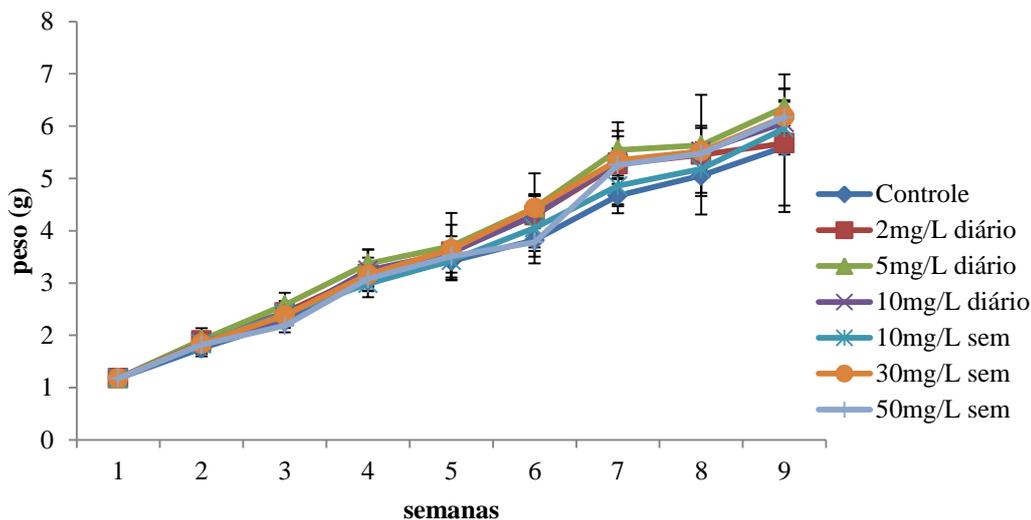
443
444
445
446
447
448
449
450

Figura 13: Variações de sólidos suspensos totais ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT expostos a diferentes frequências e concentrações de flocculante. As barras verticais indicam o desvio padrão.

451 **Desempenho Zootécnico**

452 O crescimento do camarão cultivado durante os 57 dias de experimento está
 453 apresentado na figura 14.

454



455
 456

457 **Figura 14:** Ganho de peso semanal do *L. vannamei* cultivado em sistema BFT em
 458 diferentes frequências e concentrações de floculante durante as 9 semanas de
 459 experimento. As barras verticais indicam o desvio padrão.

460

461 Os valores de desempenho zootécnico não diferiram significativamente entre os
 462 tratamentos ($p > 0,05$). Os parâmetros como crescimento, sobrevivência, coeficiente de
 463 conversão alimentar peso inicial, peso final, biomassa e produtividade estão
 464 apresentados na tabela 4.

465 **Tabela 4:** Valores médios e desvio padrão (mínimo e máximo) de desempenho
 466 zootécnico do camarão *L. vannamei* cultivados em sistema BFT com adição de
 467 floculante, para peso inicial (g), peso final (g), crescimento semanal (g), sobrevivência
 468 (%) biomassa (g), produtividade (kg) e conversão alimentar aparente (CAA) nos
 469 tratamentos: Controle, 2mg/L diário, 5mg/L diário, 10g/L diário, 10mg/L semanal,
 470 30mg/L semanal e 50mg/L semanal durante os 57 dias de cultivo.
 471

	Tratamentos						
	Controle	2mg/L diário	5mg/L diário	10mg/L diário	10mg/L semanal	30mg/L semanal	50mg/L semanal
Peso inicial (g)	1,2 ± 0,46 (0,38-2,91)	1,2 ± 0,46 (0,38-2,91)	1,2 ± 0,46 (0,38-2,91)	1,2 ± 0,46 (0,38-2,9)	1,2 ± 0,46 (0,38-2,9)	1,2 ± 0,46 (0,38-2,91)	1,2 ± 0,46 (0,38-2,91)
Peso final (g)	5,6 ± 0,35 (0,47-11,16)	5,7 ± 1,08 (0,42-10,5)	6,4 ± 0,28 (1,95-11,0)	6,1 ± 0,40 (0,59-22,7)	6,0 ± 0,41 (1,37-13,43)	6,2 ± 0,25 (1,26-10,81)	6,2 ± 0,03 (1,12-14,28)

Crescimento semanal (g/semana)	0,6± 0,06 (0,20-1,16)	0,6± 0,16 (0,17-1,35)	0,6± 0,04 (0,03-1,29)	0,6±0,06 (0,33-1,32)	0,6± 0,06 (0,20-1,01)	0,6± 0,04 (0,15-1,48)	0,6± 0,01 (0,03-1,83)
Sobrevivência (%)	58,8 ±44,2 (34,3-83,1)	75,6±24,6 (41,8-100)	86,5±2,4 (83,1-88,7)	85,4±4,0 (80-89,3)	89,4±5,2 (82,25-95)	80,0 ±8,5 (78,7-90,63)	84,2 ±4,9 (78,7-90,63)
Biomassa (g)	429,5±205,56 (223,9-635,02)	580,2±266, (203,49-774,88)	717,8± 54,6 (644,96-776,4)	667,8±60, 9 (612,55-752,59)	680,3±18, 6 (656,07-701,37)	639,5±70,4 (582,99-738,74)	672,2±40,1 (632,24-727,11)
Produtividade (kg/m ³)	1,1 ±0,51 (0,56-1,59)	1,5 ±0,67 (0,51-1,94)	1,8 ±0,14 (1,53-1,88)	1,7 ±0,15 (1,53-1,88)	1,7 ±0,05 (1,64-1,75)	1,6 ±0,18 (1,46-1,85)	1,7 ±0,10 (1,58-1,82)
CAA	3,9 ±1,76 (2,11-6,62)	3,2 ±2,12 (1,73-6,25)	1,9 ±0,15 (1,72-2,08)	2±0,17 (1,78-2,19)	2±0,05 (1,91-2,04)	2,1 ±0,22 (1,81-2,30)	2,0 ±0,11 (1,84-2,12)

472 CAA=Conversão alimentar aparente.

473

474 Experimento 2

475 Variáveis físico-químicas da água

476 Os resultados obtidos para os parâmetros de temperatura, pH, amônia, , nitrato,
477 fosfato e alcalinidade não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$). Os
478 resultados de oxigênio dissolvido, nitrito, turbidez e sólidos suspensos totais mostraram-
479 se diferentes estatisticamente ($p<0,05$). Valores médios e o desvio padrão desses
480 resultados estão representados na tabela 5 e 6.

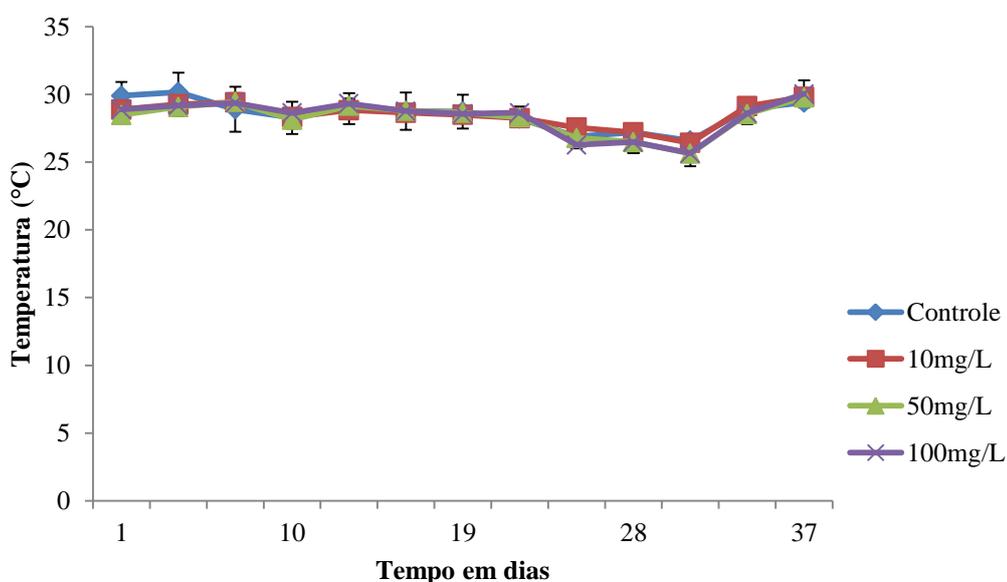
481 **Tabela 5:** Valores médios, desvio padrão, mínimos e máximos (em parênteses) dos
482 parâmetros físico- químicos da água como temperatura, oxigênio dissolvido, pH,
483 salinidade e alcalinidade nos tratamentos: Controle, 10mg/L, 50mg/L e 100mg/L
484 durante os 37 dias de cultivo. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças
485 significativas ($p<0,05$).

Parâmetros	Tratamentos			
	Controle	10mg/L	50mg/L	100mg/L
Temperatura (°C)	28,5 ±1,4 (23,4- 32,7)	28,5 ±1 (25,9-30,6)	28,2 ±1,3 (23,2- 30,6)	28,2 ±1,5 (22,9- 31,15)
Oxigênio dissolvido (mg/L)	5,6 ±0,3 ^a (4,8- 6,5)	5,7 ±0,2 ^{ab} (5,2- 6,2)	5,8 ±0,3 ^b (5,1-6,5)	5,7 ±0,3 ^{ab} (5,2- 6,6)

pH	8 ±0,1 (7,6- 8,5)	7,9 ±0,1 (7,5- 8,3)	8 ±0,1 (7,6- 8,4)	7,9 ±0,1 (7,6- 8,2)
Salinidade	33,2 ±0,5 (32-34,2)	33,2 ±0,5 (31,9- 24,7)	33,6 ±0,6 (32,7-34,7)	33,2 ±0,8 (30,5-34,5)
Alcalinidade (mg/L)	174 ±37,5 (110- 270)	162,9 ±27,2 (110- 230)	164,7 ±26,2 (120- 220)	155,3 ±19,5 (120- 220)

486

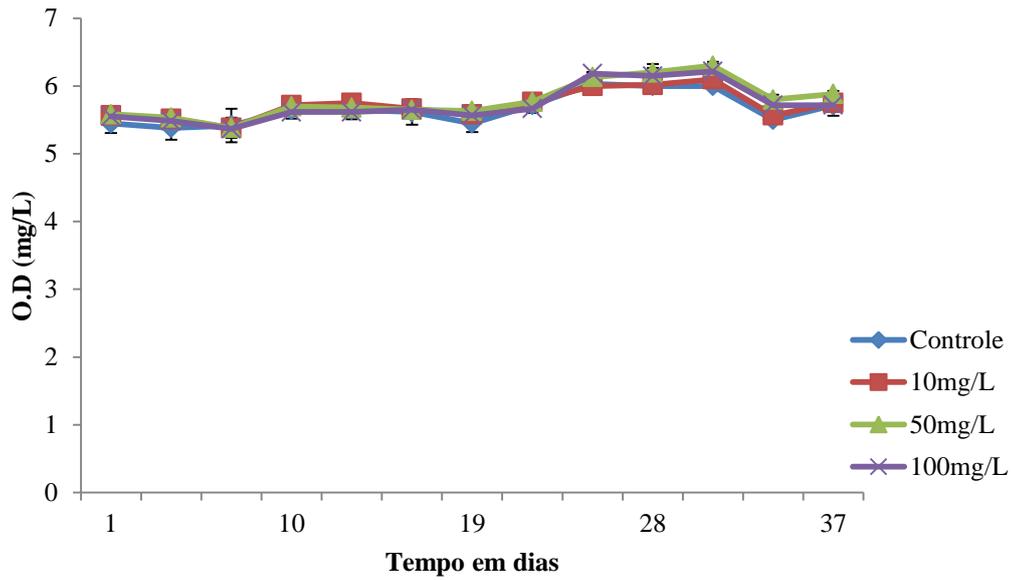
487 As variações dos parâmetros de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e
 488 alcalinidade ao longo do cultivo estão representados nas figuras 15, 16, 17 e 18. A
 489 temperatura se manteve entre 25 e 30°C durante a maior parte do experimento, tendo o
 490 tratamento controle atingindo temperaturas maiores que 32° C no 2° e 3° dia de
 491 experimento e como mínima, o tratamento 100mg/L apresentou temperatura de 22,9°C
 492 em uma das suas réplicas no 24° dia. Os valores de oxigênio dissolvido apresentaram
 493 diferenças entre os tratamentos, no entanto as concentrações de oxigênio sempre se
 494 mantiveram acima de 5,0 mg/L O₂. O único tratamento que apresentou valores abaixo
 495 de 5,0 mg O₂/L foi o tratamento controle no terceiro dia de experimento em uma das
 496 suas réplicas. Os resultados de pH em todos os tratamentos não se encontraram abaixo
 497 de 7,5 ao longo do cultivo. A alcalinidade da água teve como mínima 110mg CaCO₃ /L
 498 nos tratamentos 10mg/L e controle no 12° e 30° dias de maio respectivamente.



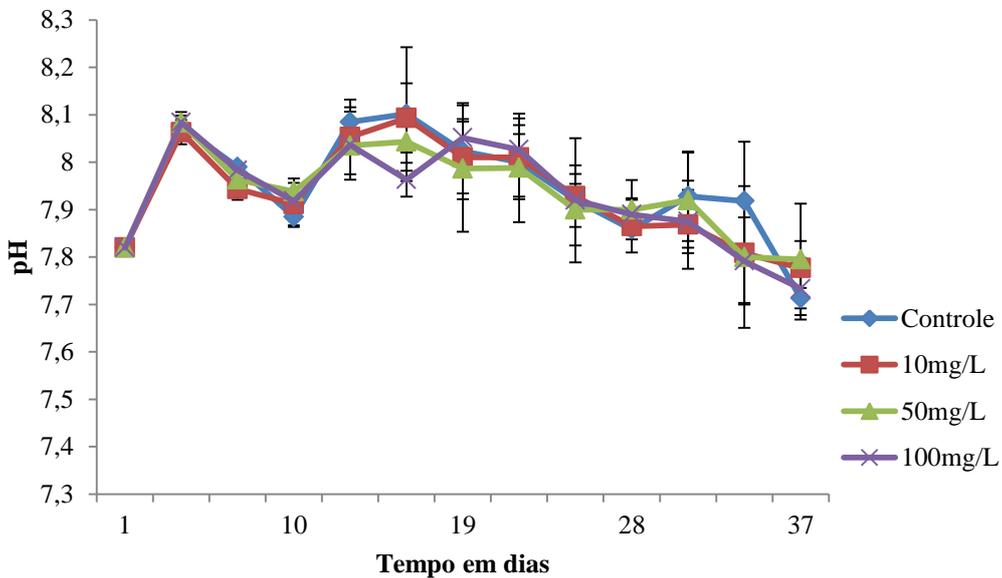
499

500 **Figura 15:** Variações de temperatura ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema
 501 BFT expostos a diferentes concentrações de flocculante. As barras verticais indicam o
 502 desvio padrão.

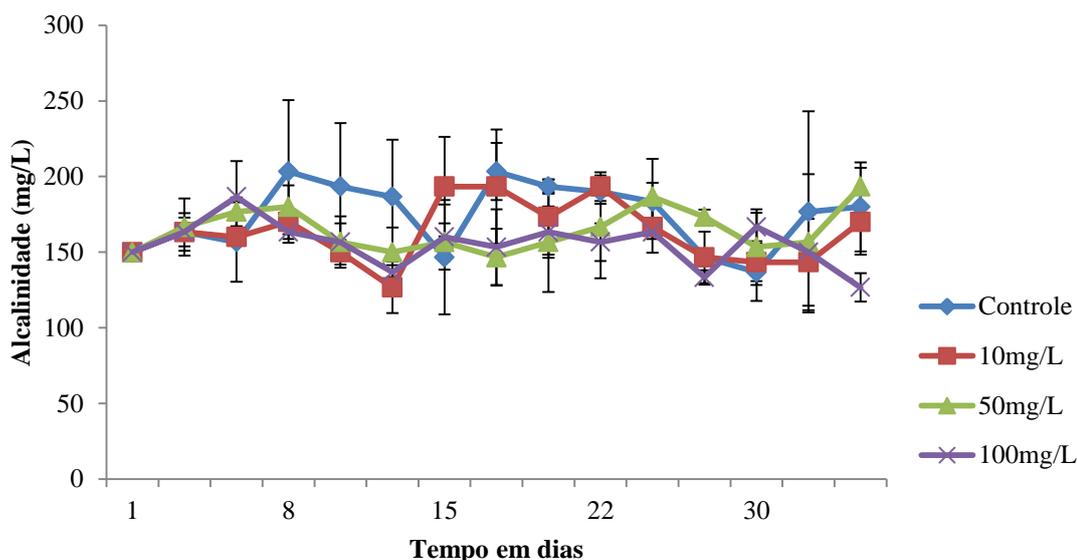
503



504
 505 **Figura 16:** Variações de oxigênio dissolvido ao longo do cultivo de *L. vannamei* em
 506 sistema BFT expostos a diferentes concentrações de floculante. As barras verticais
 507 indicam o desvio padrão.
 508
 509
 510
 511



512
 513 **Figura 17:** Variações de pH ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT
 514 expostos a diferentes concentrações de floculante. As barras verticais indicam o desvio
 515 padrão.
 516



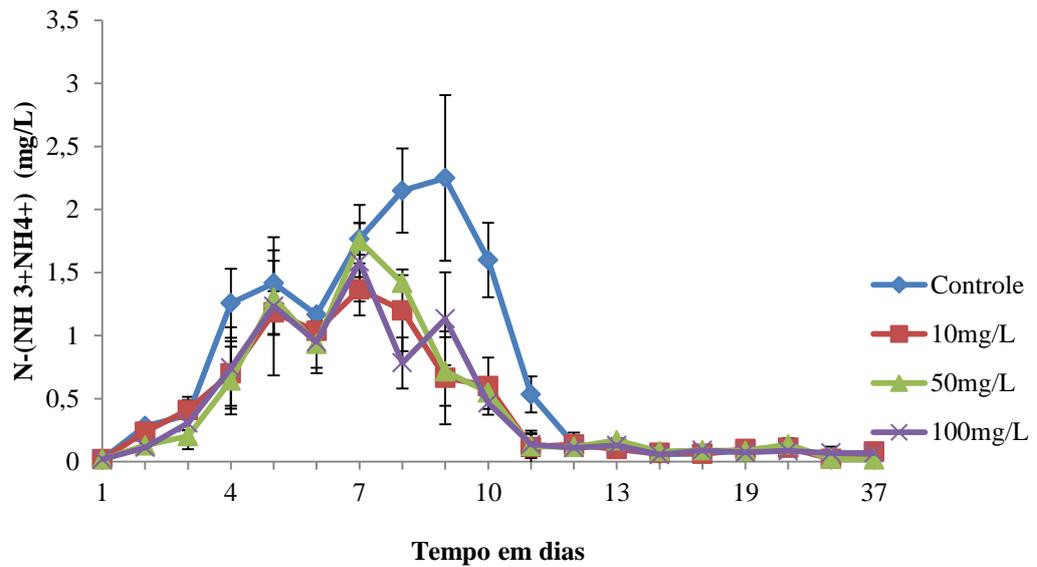
517
 518 **Figura 18:** Variações de alcalinidade ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema
 519 BFT expostos a diferentes concentrações de floculante. As barras verticais indicam o
 520 desvio padrão.

521
 522
 523 **Tabela 6:** Valores médios, desvio padrão, mínimos e máximos (em parênteses) das
 524 concentrações de amônia, nitrito, nitrato, fosfato, turbidez e sólidos suspensos totais nos
 525 tratamentos: Controle, 10mg/L, 50mg/L, 100g/L, durante os 37 dias de cultivo. Letras
 526 diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas (p<0,05).

Parâmetros	Tratamentos			
	Controle	10mg/L	50mg/L	100mg/L
Amônia (mg/L)	0,71 ±0,80 (0,02-3)	0,43 ±0,47 (0,01- 1,6)	0,45 ±0,54 (0,01- 2)	0,43 ±0,52 (0,01- 2)
Nitrito (mg/L)	1,01 ±1,44 ^a (0,01- 6)	0,85 ±1,32 ^{ab} (0,01- 5,8)	0,52 ±0,82 ^b (0,01- 3,6)	0,49 ±0,82 ^b (0,01- 4,2)
Nitrato (mg/L)	24,83 ±16,31 (5,81-59,85)	25,74 ±18,21 (4,88- 63,88)	26,09 ±19,43 (5,74-69,89)	23,75 ±16,76 (5,85-83,89)
Fosfato (mg/L)	1,77 ±1,69 (0,25-6,5)	2,04 ±1,40 (0,32- 4,8)	2,37 ±1,46 (0,45- 5,4)	2,18 ±1,08 (0,52- 3,9)
Turbidez (NTU)	98,84 ±81,54 ^a (7,86-283)	118,79 ±93,41 ^{ab} (7,86- 309)	290,31 ±238, ^{ab} (7,86- 751)	285,98 ±201,8 ^b (7,86- 718)
SST (mg/L)	253,13 ±130,13 ^a (75-480)	306,88 ±161,59 ^{ab} (75- 645)	480,17 ±253,06 ^b (75- 915)	536,25 ±257,77 ^b (75-1030)

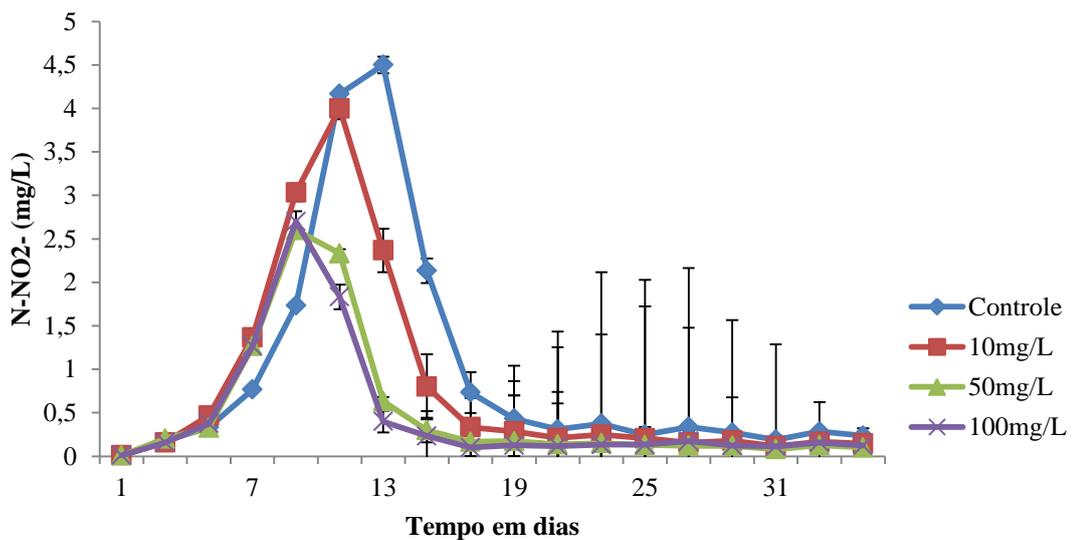
528 SST= Sólidos suspensos totais.

529 As variações de amônia, nitrito, nitrato, fosfato, turbidez e sólidos suspensos
530 totais estão apresentados nas figuras 19,20, 21, 22, 23 e 24 respectivamente. Os valores
531 de amônia não apresentaram estatisticamente diferenças. A maior concentração
532 encontrada foi no 9° dia, no tratamento controle. Os tratamentos com a inclusão do
533 flocculante apresentaram suas maiores concentrações no 7° dia, logo em seguida as suas
534 concentrações foram diminuindo. Os valores de nitrito mostraram-se diferentes entre os
535 tratamentos. Os tratamentos de 50mg/L e 100mg/L mostraram concentrações menores
536 em relação ao controle, diferindo estatisticamente. A maior concentração encontrada no
537 tratamento controle foi de 6mg/L no 13° dia seguindo por uma queda no dia posterior.
538 Os outros tratamentos apresentaram seus maiores níveis no 10° dia com queda no dia
539 posterior. O tratamento 10mg/L não difere dos demais tratamentos. O nitrato acumulou
540 ao longo do cultivo. O fosfato também aumentou, no entanto no 28° dia sua
541 concentração diminuiu, voltando a aumentar na semana de posterior análise. As
542 concentrações de SST e turbidez apresentaram comportamentos semelhantes. Para SST
543 os tratamentos com inclusão de flocculante (50mg/L e 100mg/L) obtiveram maiores
544 concentrações que o controle ao passo que o cultivo decorria os dias com significância
545 na diferença. O tratamento 10 mg/L se encontrou igual aos demais. A maior
546 concentração de SST encontrada foi no tratamento 100mg/L (1030 mg/L de SST) no
547 último dia do cultivo. Para turbidez o tratamento controle diferiu estatisticamente
548 apenas do 100mg/L. O maior valor de turbidez encontrada foi de 751 NTU no
549 tratamento 50mg/L na última semana do experimento.
550



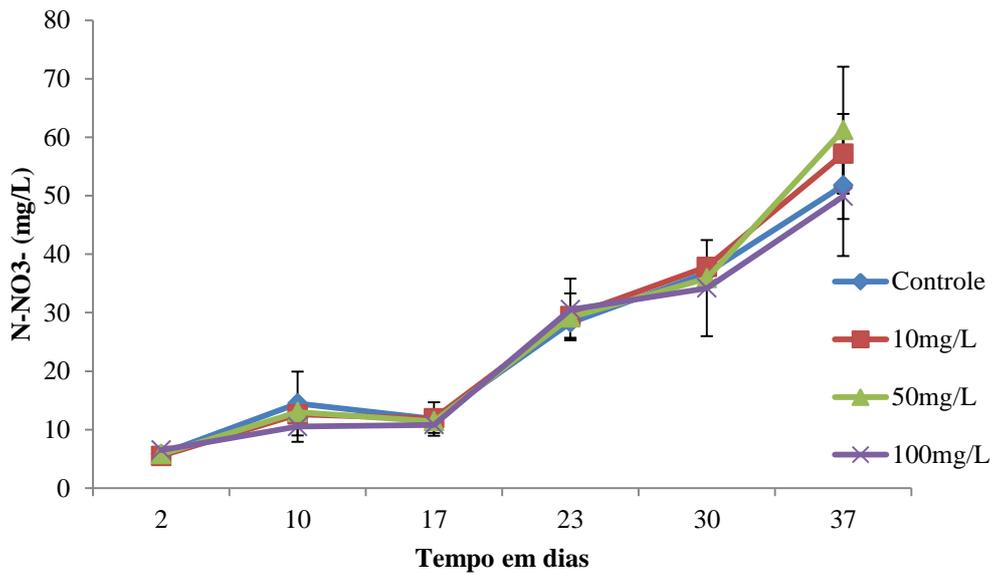
551

552 **Figura 19:** Variações de amônia ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT
 553 expostos a diferentes concentrações de floculante. As barras verticais indicam o desvio
 554 padrão.
 555

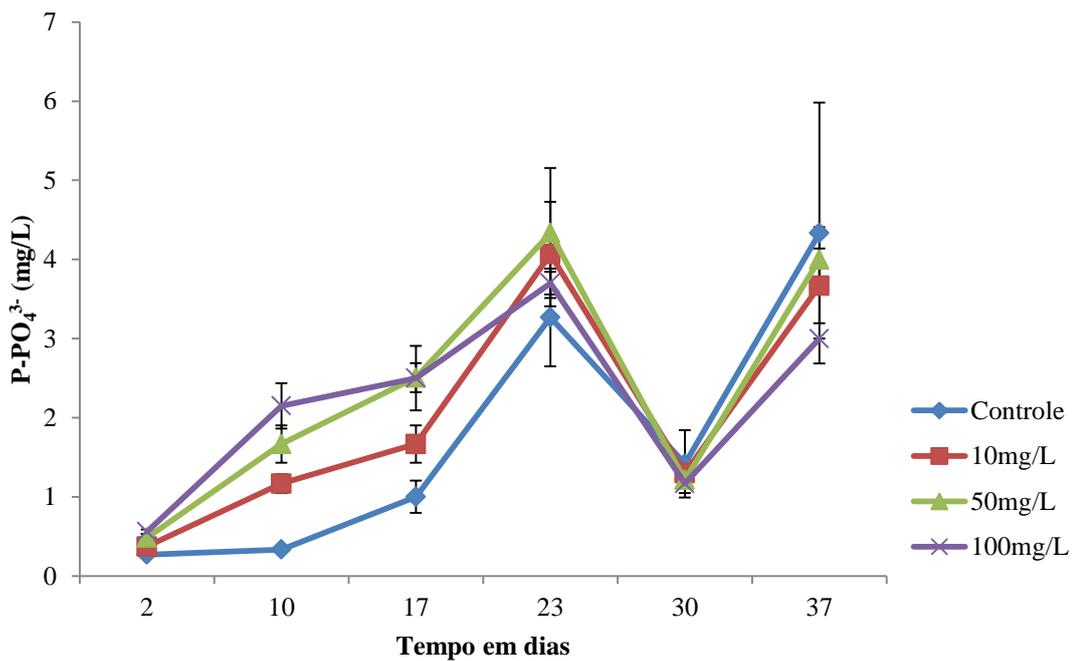


556

557 **Figura 20:** Variações de nitrito ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT
 558 expostos a diferentes concentrações de floculante. As barras verticais indicam o desvio
 559 padrão.

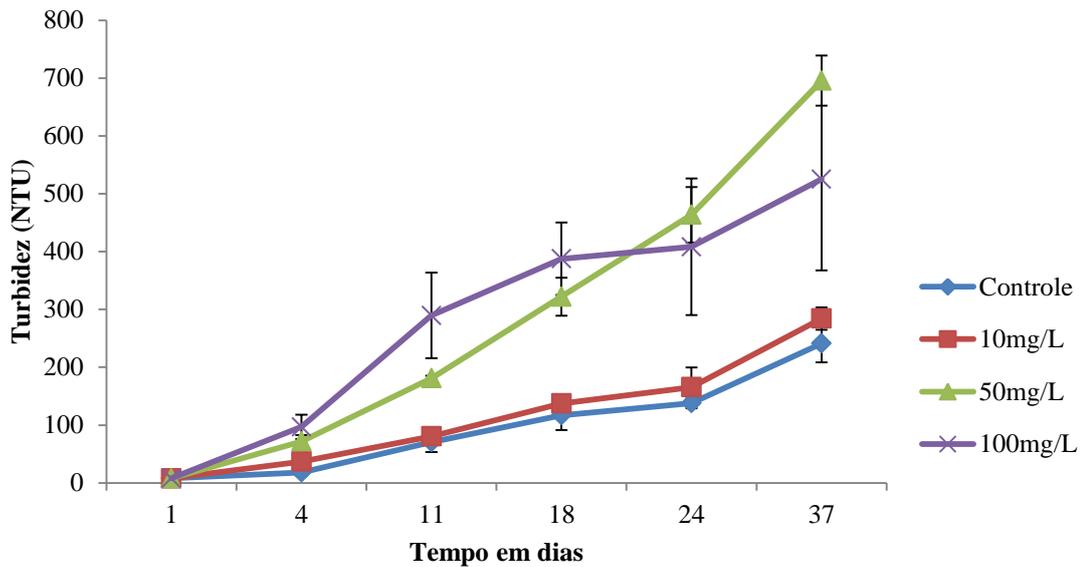


560
 561 **Figura 21:** Variações de nitrato ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT
 562 expostos a diferentes concentrações de flocculante. As barras verticais indicam o desvio
 563 padrão.

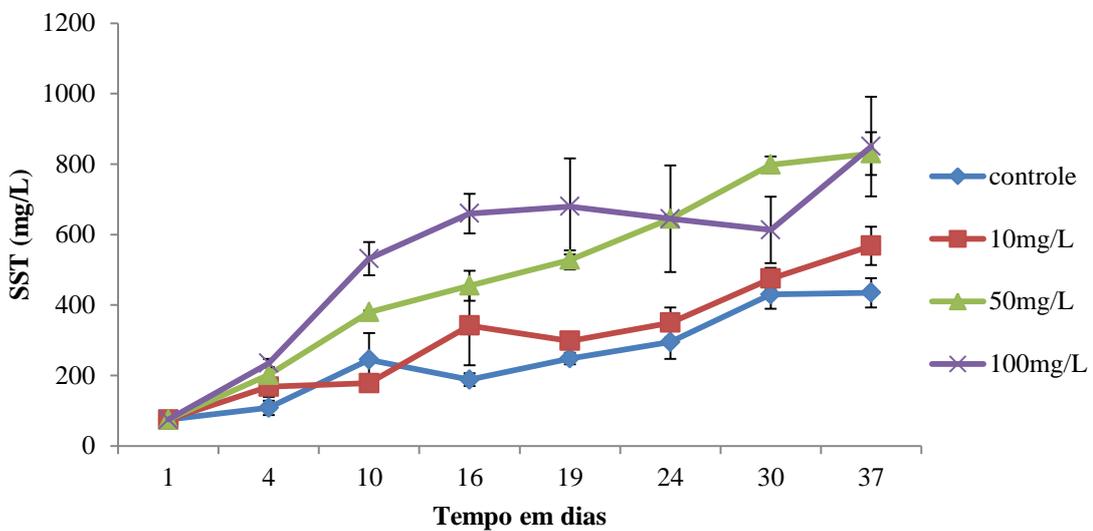


564
 565 **Figura 22:** Variações de fosfato ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT
 566 expostos a diferentes concentrações de flocculante. As barras verticais indicam o desvio
 567 padrão.

568
 569
 570
 571
 572



573
 574 **Figura 23:** Variações de turbidez ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT
 575 expostos a diferentes concentrações de flocculante. As barras verticais indicam o desvio
 576 padrão.
 577



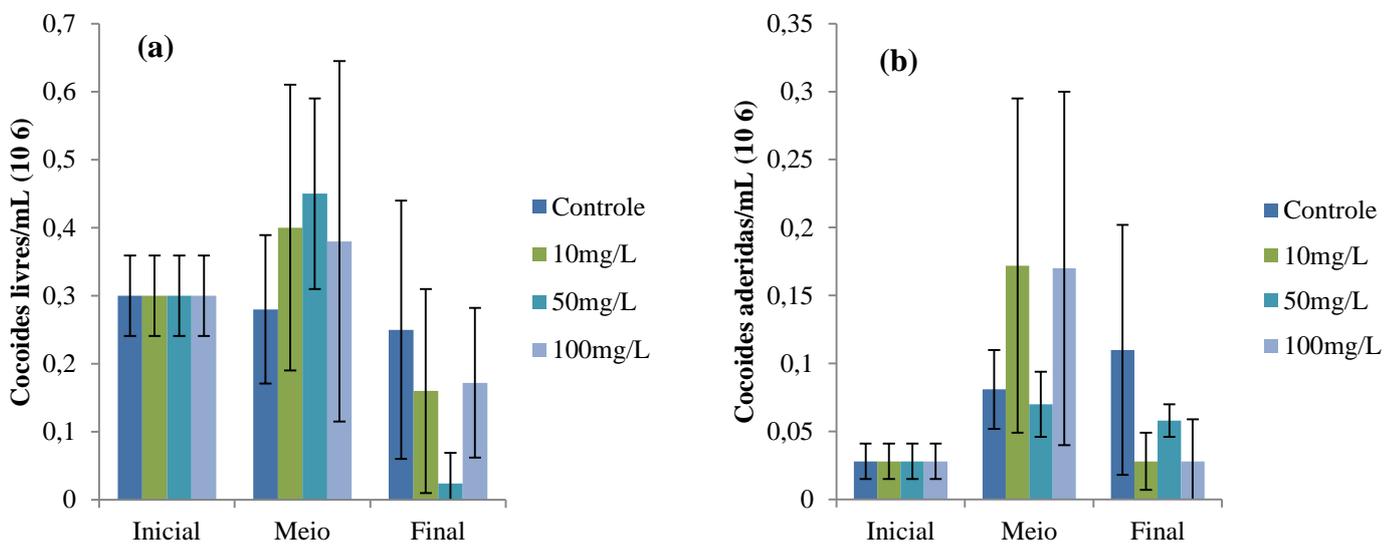
578
 579 **Figura 24:** Variações de sólidos suspensos totais (SST) ao longo do cultivo de *L.*
 580 *vannamei* em sistema BFT expostos a diferentes concentrações de flocculante. As barras
 581 verticais indicam o desvio padrão.
 582

583 **Caracterização da comunidade microbiana**

584 Os resultados obtidos da contagem dos microrganismos. Valores de cocóides
 585 livres e aderidas, filamentosas livres e aderidas, bactéria fusiforme, bacilos, vibrios,
 586 ciliados, flagelados autotróficos e heterotróficos, rotíferos e nematoides não

587 apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) e estão representados nas figuras 25, 26,
 588 27, 28, 29 e 30. Para os resultados de bactérias foi utilizada a escala de org/mL(10^6) e
 589 para os resultados de protozoários e outros grupos foi utilizada a escala de org/mL (10^3).

590 A maior concentração observada de organismos por mL de cocóides livres foi
 591 no tratamento 50mg/L com um valor de 0,45 org/mL(10^6) e menor concentração foi de
 592 0,024 org/mL(10^6) no mesmo tratamento (Figura 25.a). Para cocóides aderidas a maior
 593 densidade observada foi de 0,17 org/mL(10^6) nos tratamentos 10mg/L e 50mg/L e a
 594 menor foi de 0,028 org/mL(10^6) em todos os tratamentos.(Figura 25.b)



595

596 **Figura 25:** Valores médios de cocóides livres (a) e aderidas (b) nos tempos: inicial,
 597 meio e final do cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com diferentes concentrações
 598 de flocculante. As barras verticais indicam desvio padrão.

599

600

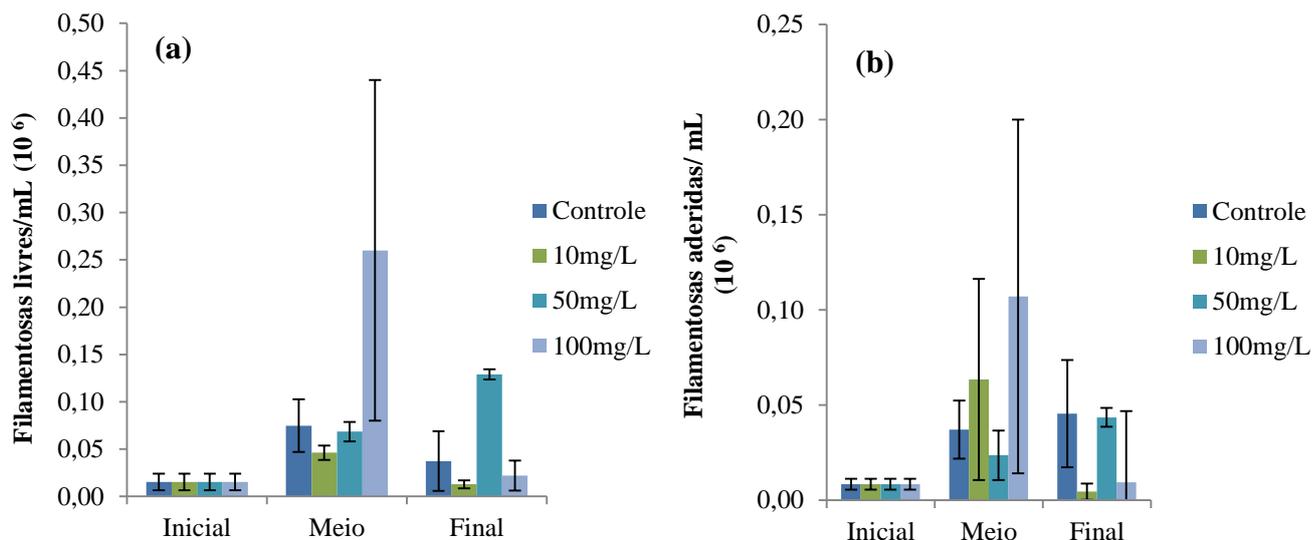
601 A maior concentração observada de organismos por mL de filamentosas livres
 602 foi no tratamento 100mg/L com um valor de 0,26 org/mL(10^6) e menor densidade foi
 603 de 0,013 org/mL(10^6) no tratamento de 10mg/L (Figura 26.a) Para filamentosas
 604 aderidas a maior concentração observada foi de 0,107 org/mL(10^6) no tratamentos
 605 100mg/L e a menor foi de 0,004 org/mL(10^6) no tratamento de 10mg/l de flocculante.
 606 (figura 26.b).

607

608

609

610

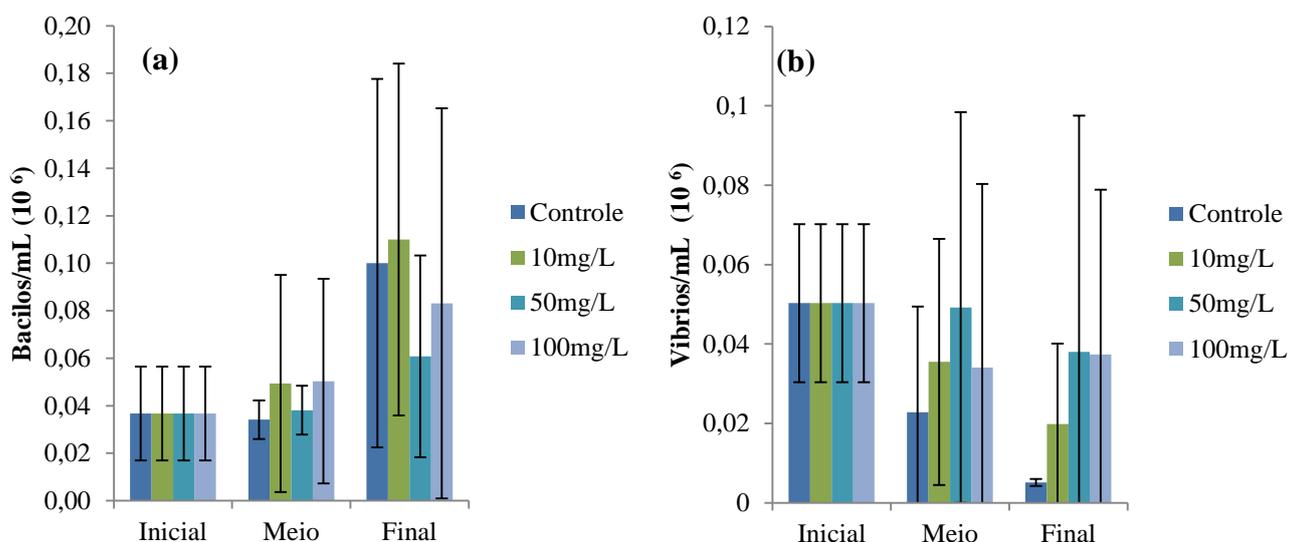


611

612 **Figura 26:** Valores médios de filamentosas livres (a) e aderidas (b) nos tempos: inicial,
 613 meio e final do cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com diferentes concentrações
 614 de flocculante. As barras verticais indicam desvio padrão.

615

616 O tratamento que apresentou a maior concentração de bacilos foi o tratamento
 617 de 10mg/L, com uma concentração de 1,10 org./mL(10⁶) e o que apresentou a menor
 618 concentração foi o controle com 0,34 org./mL(10⁶) (Figura 27.a). Para as concentrações
 619 de vibrios todos os tratamentos apresentaram uma concentração inicial de 0,0508
 620 org./mL(10⁶) sendo a maior observada. A menor concentração encontrada foi de 0,0053
 621 org./mL(10⁶) no tratamento controle. (Figura 27. b)

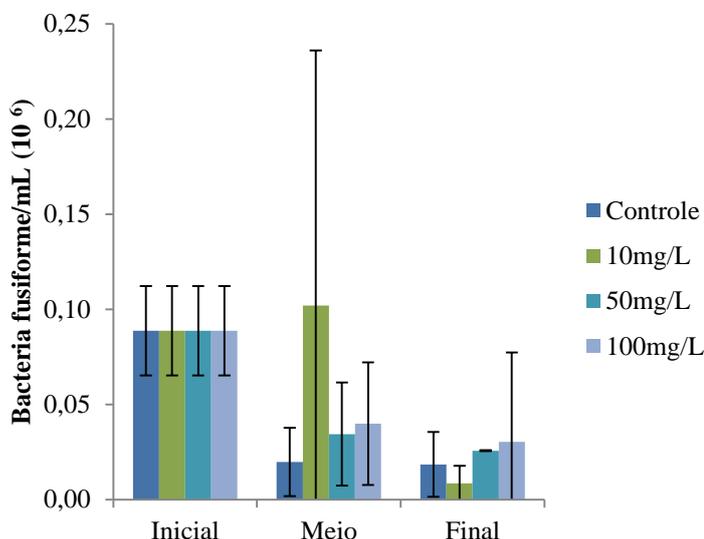


622

623 **Figura 27:** Valores médios de bacilos (a) e vibrios (b) nos tempos: inicial, meio e final
 624 do cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com diferentes concentrações de flocculante.
 625 As barras verticais indicam desvio padrão.

626 Para as concentrações de bactérias fusiforme o tratamento que apresentou uma
627 maior densidade foi o tratamento 10mg/L comcentrando 0,102 org/mL(10^6), a menor
628 densidsde observada foi de 0,008 org/mL(10^6) no mesmo tratamento (figura 28).

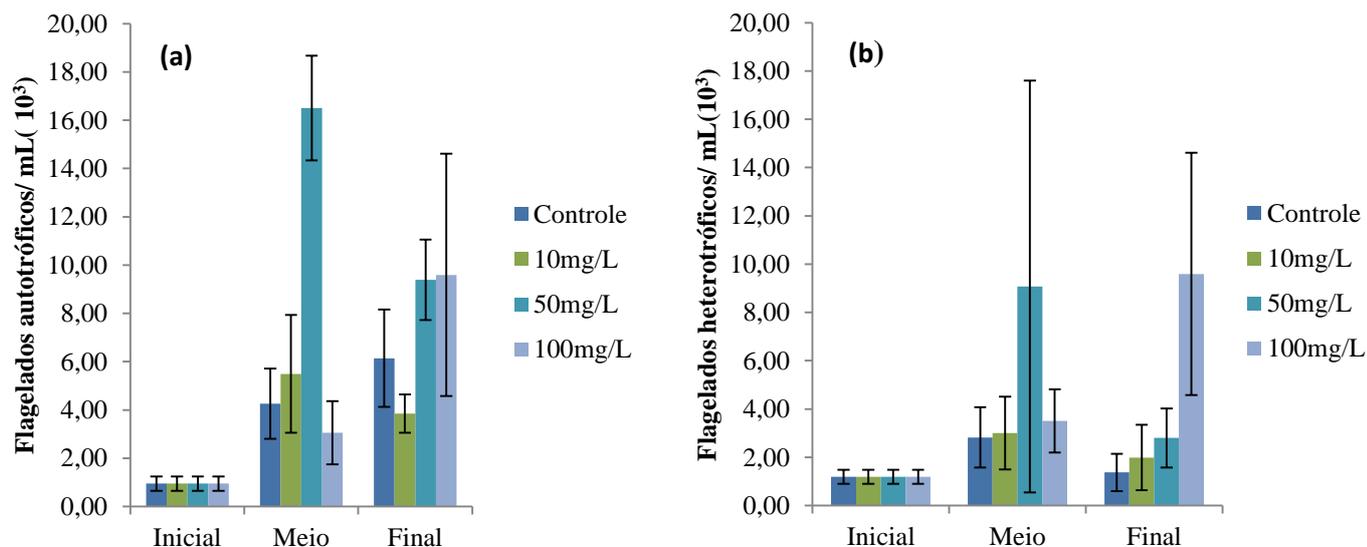
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644



645 **Figura 28:** Valores médios de bactérias fusiformes nos tempos: inicial, meio e final do
646 cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com diferentes concentrações de floculante. As
647 barras verticais indicam desvio padrão.
648

649 Para flagelados autotróficos a maior concentração de organismo por mL foi
650 observada no tratamento de 50mg/L, apresentando um valor de 16,5 org./mL(10^3) e a
651 menor encontrada foi de 0,9 org./mL(10^3) no tempo inicial de todos os tratamentos. O
652 tratamento 50mg/L mostrou-se com diferenças significativas dos demais tratamentos no
653 período intermediário do cultivo (Figura 29. a). Para flagelados heterotróficos o
654 tratamento 100mg/L apresentou uma maior concentração de organismos, encontrando
655 9,59 org./mL(10^3) no final do cultivo, e para menor concentração em todos os
656 tratamentos no inicio do cultivo foi observado à concentração de 1,19 org./mL(10^3) de
657 flagelados heterotróficos. (Figura 29. b).

658
659
660
661
662
663
664
665
666
667



668

669 **Figura 29:** Valores médios de flagelados autotróficos (a) e heterotróficos (b) nos
 670 tempos: inicial, meio e final do cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com diferentes
 671 concentrações de floculante. As barras verticais indicam desvio padrão

672

673

674

675

676 As concentrações de ciliados, nematoides e rotíferos foram maiores no final do
 677 cultivo e não encontrados no início do cultivo. Para ciliados a maior concentração
 678 encontrada foi de 0,751 org./mL(10³) no tratamento 10mg/L de floculante (Figura 30.
 679 a). Para nematoides as maiores concentrações foram encontradas no tratamento
 680 controle, sendo 0,151 org./mL(10³) na fase final do cultivo (Figura 30. b). Para amebas
 681 a maior concentração de organismos por mL foi no tratamento 100mg/L de 1,11
 682 org./mL(10³) e em todos os tratamentos inicialmente não foram observadas
 683 concentrações relevante de amebas. (Figura 31.a) já os rotíferos também tiveram suas
 684 maiores concentrações na fase final, sendo 0,090 org./mL(10³) a maior delas,
 apresentando-se no tratamento de 10mg/L.(figura 31.b).

685

686

687

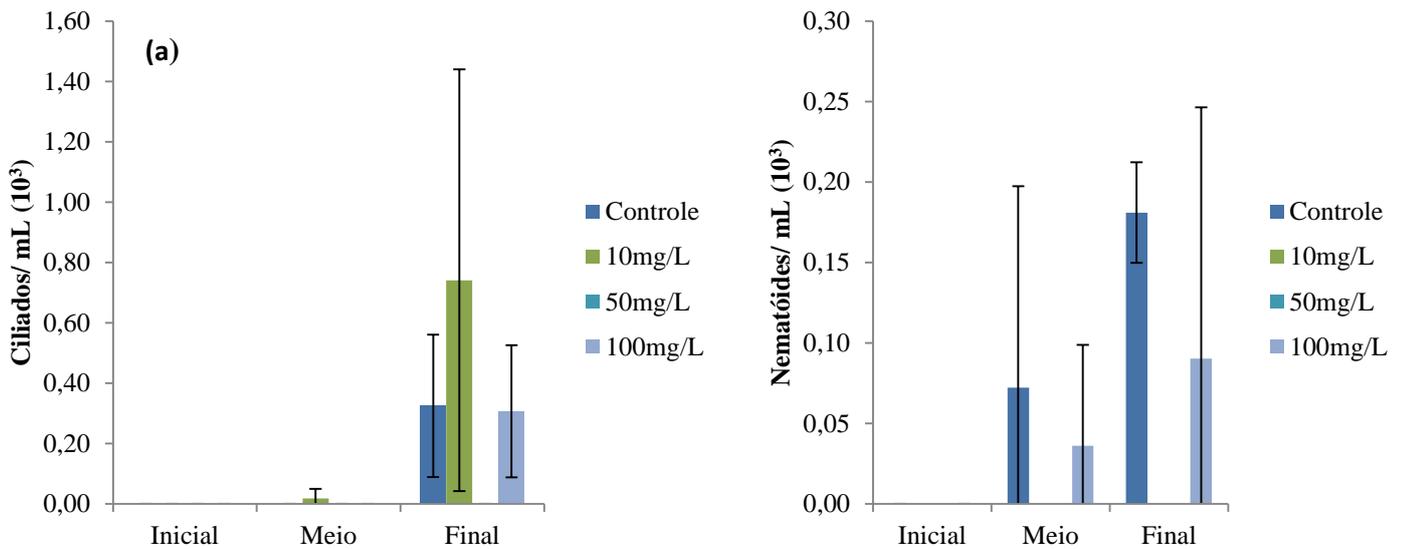
688

689

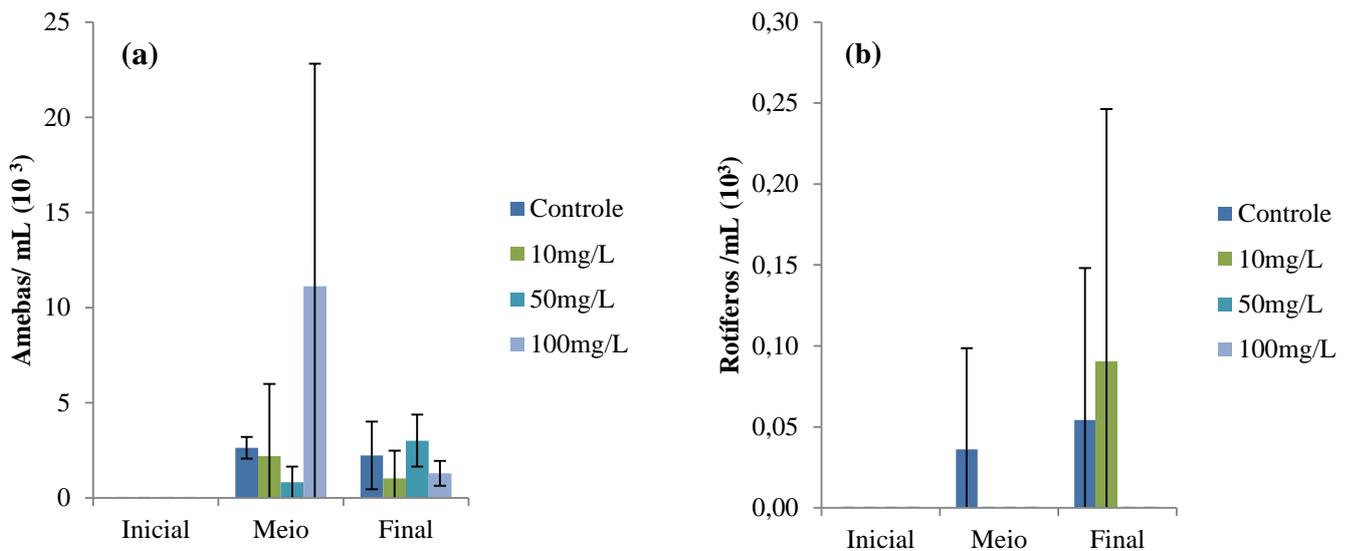
690

691

692



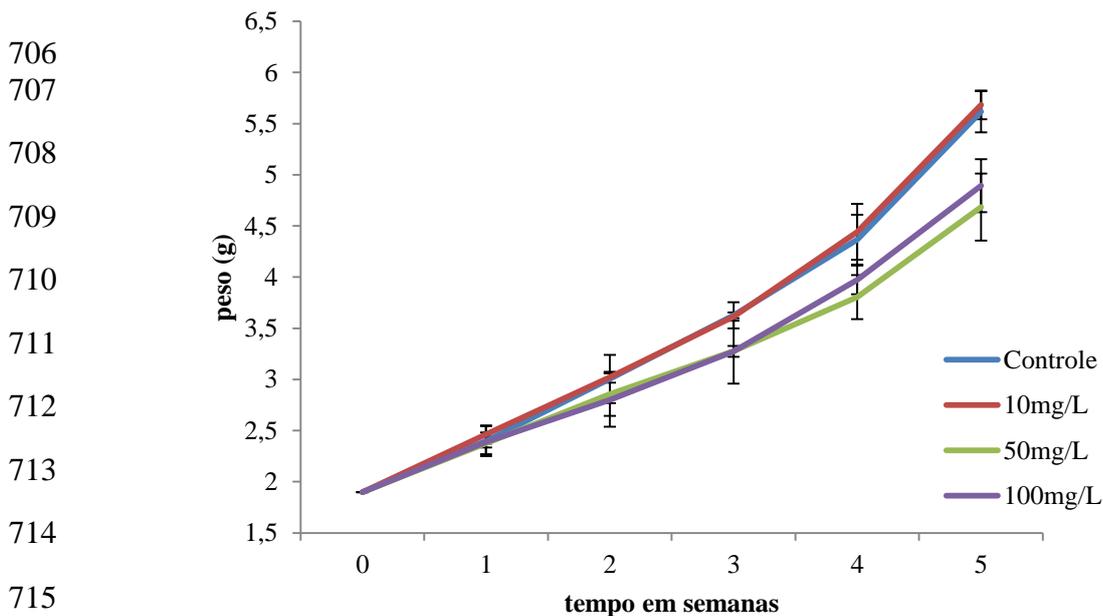
693 **Figura 30:** Valores médios de ciliados (a) e nematoides (b) nos tempos: inicial, meio e
 694 final do cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com diferentes concentrações de
 695 flocculante. As barras verticais indicam desvio padrão.
 696



698 **Figura 31:** Valores médios de amoebas (a) e rotíferos (b) nos tempos: inicial, meio e
 699 final do cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com diferentes concentrações de
 700 flocculante. As barras verticais indicam desvio padrão
 701
 702

703 Desempenho zootécnico

704 O ganho de peso semanal do *L. vannamei* cultivado em sistema BFT durante 37
 705 dias com adição de flocculante está representado na figura 32.



717 **Figura 32:** Ganho de peso semanal do *L. vannamei* cultivado em sistema BFT em
718 diferentes concentrações de floculante durante as 05 semanas de experimento. As barras
719 verticais indicam o desvio padrão.

720 Os resultados obtidos para sobrevivência não se mostraram diferentes
721 estatisticamente ($p > 0,05$). Os resultados para peso final, crescimento, biomassa e
722 conversão alimentar aparente apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) e são
723 sumarizados na tabela 7. O tratamento controle 10mg/L tiveram uma conversão
724 alimentar menor que os tratamentos 50mg/L e 100mg/L. No peso final o tratamento
725 50mg/L e 100mg/L apresentaram um peso final menor e crescimento semanal menor em
726 referência aos outros tratamentos, no entanto o tratamento de 100mg/L de floculante
727 não se difere dos tratamentos controle e 10mg/L no peso final dos camarões.

728
729 **Tabela 7.** Valores médios, desvio padrão e mínimo e máximo (em parênteses) de
730 desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* cultivados em sistema BFT com
731 adição de floculante, para peso inicial (g), peso final (g), crescimento semanal (g),
732 sobrevivência (%) biomassa (g), produtividade (kg) e conversão alimentar aparente
733 (CAA) nos tratamentos: Controle, 10mg/L, 50mg/L e 100mg/L nos 37 dias de cultivo.

	Tratamentos			
	Controle	10mg/L	50mg/L	100mg/L
Peso inicial (g)	1,9±0,57 (0,33-3,09)	1,9±0,57 (0,33-3,09)	1,9±0,57 (0,33-3,09)	1,9±0,57 (0,33-3,09)

Peso final (g)	5,6 ±1,3 ^a (3,25-8,67)	5,7 ±1,3 ^a (2,33-8,99)	4,7 ±0,9 ^b (2,25-7,85)	4,9 ±1,0 ^{ab} (2,62-8,57)
Crescimento semanal (g/semana)	0,62 ±0,33 ^a (0,05-1,27)	0,63 ±0,20 ^a (0,41-1,07)	0,46 ±0,25 ^b (0,18-0,95)	0,5 ±0,30 ^{ab} (0,17-1,09)
Sobrevivência (%)	96,7 ±4,73 (91,25-100)	94,6 ±1,44 (93,75-96,25)	95,0 ±5,73 (88,75-100)	91,3 ±3,75 (87,5-95)
Biomassa (g)	433,9 ±14,31 ^a (424,13-450,3)	429,9 ±7,39 ^a (423,5-438)	354,9 ±14,67 ^b (338,0-364,9)	357,6 ±33,68 ^b (318,5-377,41)
Produtividade (kg/m ³)	2,2 ±0,07 ^a (2,1-2,3)	2,1 ±0,04 ^a (2,1-2,2)	1,8 ±0,07 ^b (1,7-1,8)	1,8 ±0,17 ^b (1,6-1,9)
CAA	1,5 ±0,06 ^a (1,4-1,6)	1,5 ±0,05 ^a (1,5-1,5)	2,0 ±0,14 ^b (1,9-2)	1,9 ±0,24 ^b (1,7-2,2)

734 CAA= Conversão alimenta aparente.

735 Experimento 3

736 Variáveis físico-químicas da água.

737 Os parâmetros de temperatura, oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, nitrato,
738 fosfato, turbidez e sólidos suspensos totais não apresentaram diferenças significativas
739 ($p > 0,05$). As concentrações de amônia e nitrito apresentaram diferenças significativas
740 entre os tratamentos e estão representados na tabela 8 e 9.

741 **Tabela 8:** Valores médios, desvio padrão, mínimos e máximos (em parênteses) dos
742 parâmetros físico- químicos da água como temperatura, oxigênio dissolvido, pH,
743 salinidade e alcalinidade nos tratamentos: Controle sem inóculo (C), controle com
744 inóculo (CI), 50mg/L de flocculante sem inóculo (BM) e 50mg/L com inóculo (BMI)
745 semanal durante os 28 dias de cultivo. Letras diferentes na mesma linha indicam
746 diferenças significativas ($p < 0,05$).

747

Parâmetros	Tratamentos			
	C	CI	BM	BMI
Temperatura (°C)	26,9 ±1,6 (23,3- 29,9)	26,4 ±1,6 (23,3-31,3)	26,9 ±1,6 (23,4-30,1)	26,8 ±1,3 (23,4- 29,3)
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,2 ±0,3 (5,4-7,1)	6,1 ±0,4 (5,4-7,5)	6 ±0,4 (5,2-7,3)	6,1 ±0,3 (5,2-6,9)
pH	7,8 ±0,1 (7,43-8,1)	7,8 ±0,2 (7,48- 8,06)	7,7 ±0,2 (7,42- 8,08)	7,8 ±0,2 (7,44- 8,05)
Salinidade	28,4 ±0,9 (27,5-29,6)	29,1 ±1,6 (27,5-31,1)	28,4 ±0,9 (27,5-30)	29 ±1,5 (27,5-30,6)

Alcalinidade (mg/L)	174,4 ±37,1 (100-260)	162,6 ±30,5 (100-230)	163,6 ±27,7 (100- 210)	166,4 ±33,9 (110-230)
------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------

748

749

750

751

752

753

754

755

756

757

758

759

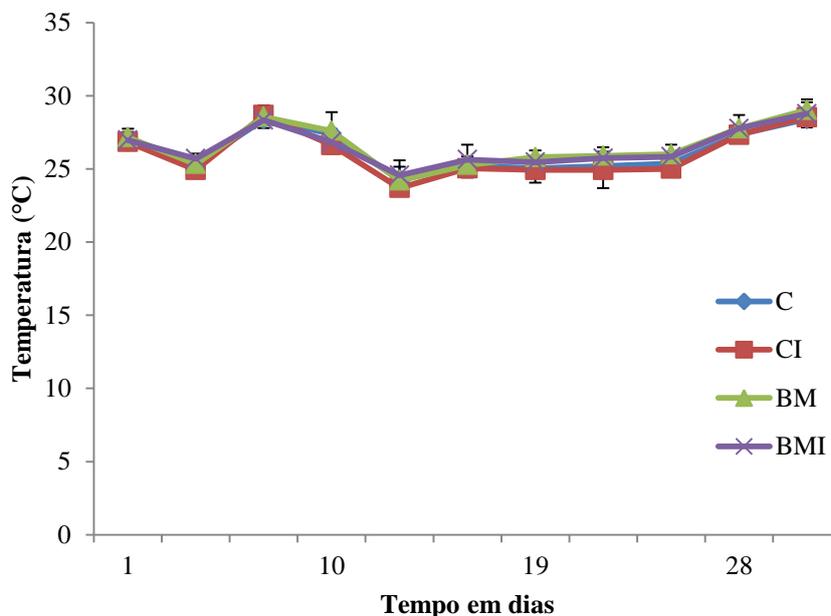
760

761

762

763

As variações de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e alcalinidade ao longo do cultivo estão representados nas figuras 33, 34, 35 e 36 respectivamente. A maior temperatura alcançada foi de 31,3 no tratamento CI, no 8º dia de experimento e teve mínima de 23,3 no 24º dia nos tratamentos C e CI. O oxigênio dissolvido manteve-se maior que 5,0 mg/L O₂ durante todo o cultivo em todos os tratamentos, tendo como maior concentração de 7,5 mg/L no tratamento CI no 4º dia de experimento e mínima concentração de 5,2 nos tratamentos BM e BMI no 27º dia. O pH manteve-se acima de 7,4 em todos os tratamentos e seu menor nível foi de 7,42 no tratamento BM no 20º dia e maior nível de 8,1 no tratamento C no 8º dia de experimento. A alcalinidade manteve-se como média maior que 150mg/L durante todo o cultivo. Tendo como sua maior concentração 260 mg/L e menor 100mg/L de CaCO₂.

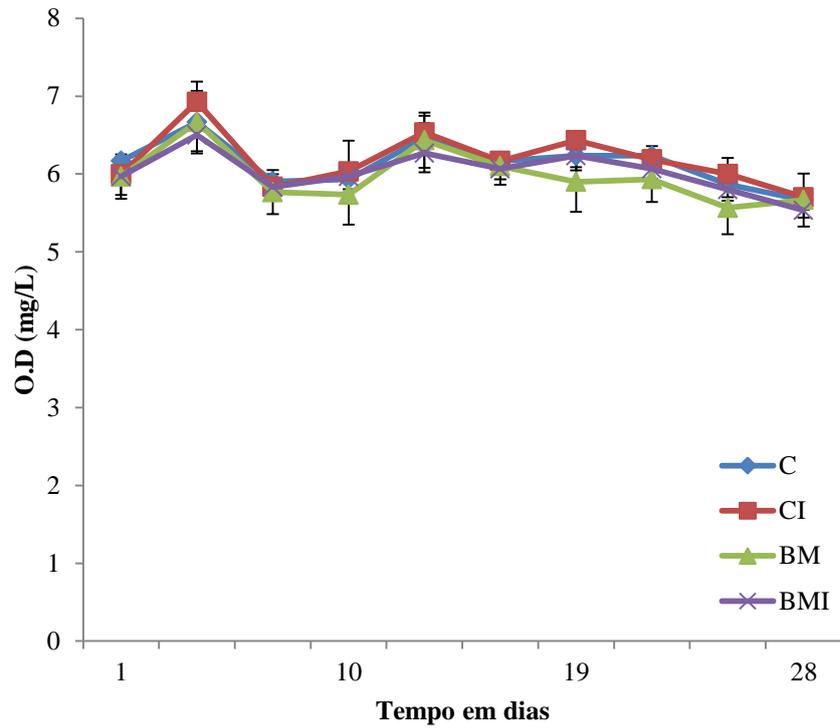


764

765

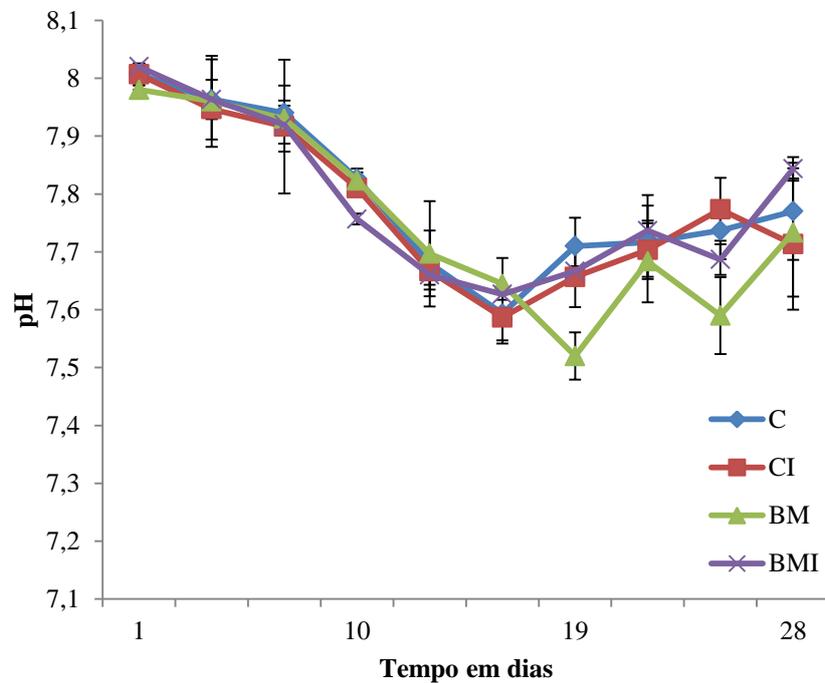
766

Figura 33: Variações de temperatura ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT com adição de flocculante. As barras verticais indicam o desvio padrão.



767

768 **Figura 34:** Variações de oxigênio dissolvido ao longo do cultivo de *L. vannamei* em
 769 sistema BFT com adição de floculante. As barras verticais indicam o desvio padrão.

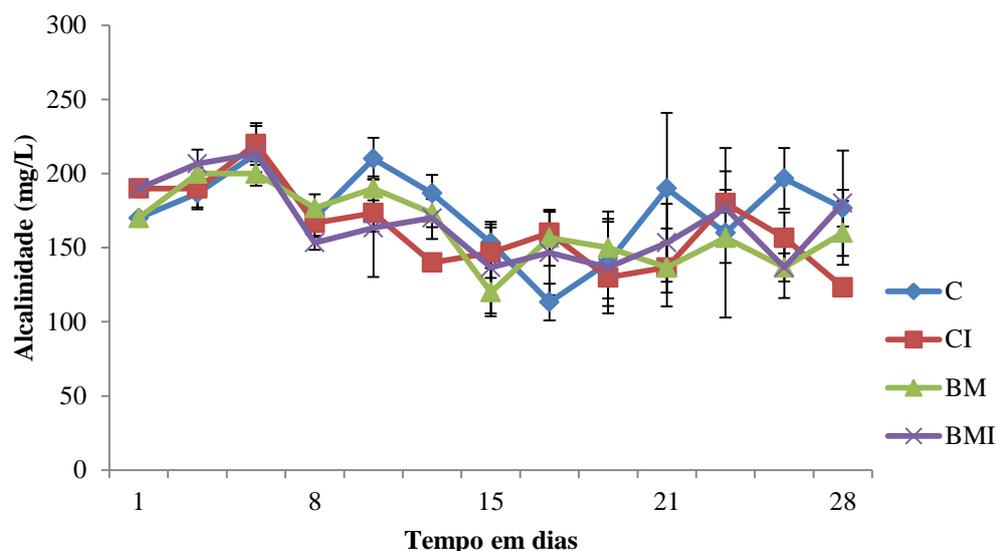


770

771

772 **Figura 35:** Variações de pH ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT com
 773 adição de floculante. As barras verticais indicam o desvio padrão.

774



775

776 **Figura 36:** Variações de alcalinidade ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema
777 BFT com adição de flocculante. As barras verticais indicam o desvio padrão.

778

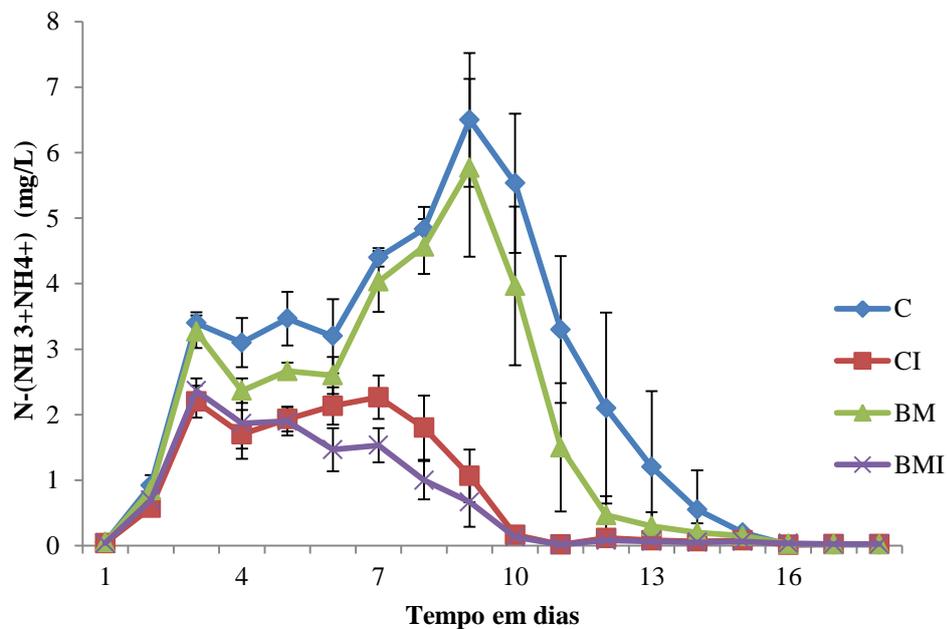
779 **Tabela 9:** Valores médios, desvio padrão, mínimos e máximos (em parênteses) dos
780 parâmetros físico- químicos da água como amônia, nitrito, nitrato, fosfato, turbidez e
781 sólidos suspensos totais nos tratamentos: Controle sem inóculo (C), controle com
782 inóculo (CI), 50mg/L de flocculante sem inóculo (BM) e 50mg/L com inóculo (BMI)
783 semanal durante os 28 dias de cultivo. Letras diferentes na mesma linha indicam
784 diferenças significativas ($p < 0,05$).

Parâmetros	Tratamentos			
	C	CI	BM	BMI
Amônia (mg/L)	2,38 ±2,15 ^a (0,01-7,8)	0,8 ±0,93 ^b (0,01-2,7)	1,82 ±1,9 ^a (0,01-7,3)	0,67 ±0,81 ^b (0,01-2,5)
Nitrito (mg/L)	7,31 ±8,17 ^a (0,01-28)	2,87 ±4,03 ^{ab} (0,01-13)	6,25 ±7,77 ^{ab} (0,01-26)	1,33 ±1,94 ^b (0,01-7,5)
Nitrato (mg/L)	11,75 ±14,79 (0- 40,4)	18,64 ±17,19 (0,89-47,8)	14,85 ±18,11 (0- 40,7)	21,58 ±17,66 (0,5-47,9)
Fosfato (mg/L)	1,42 ±1,87 (0,05-7,2)	1,65 ±1,9 (0- 6,6)	2 ±2,04 (0,11-6,2)	2,14 ±1,47 (0,12-4,5)
Turbidez (NTU)	152,09 ±113,91 (3,2- 338)	184,2 ±157,97 (3,2-480)	239,55 ±183,56 (3,2-598)	229,74 ±188,52 (5,56-646)
SST (mg/L)	389,0 ±221,08 (40-690)	416,0 ±235,5 (85- 720)	530,7 ±292,6 (40- 905)	497,7 ±259,74 (85-885)

785 SST=Sólidos suspensos totais.

786

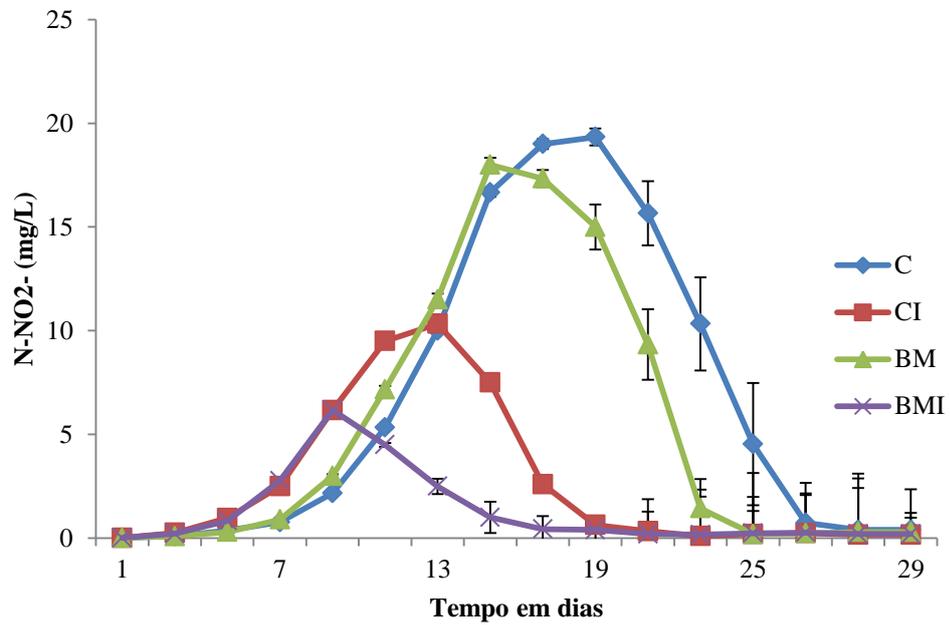
787 As variações de amônia, nitrito, nitrato, fosfato, turbidez e sólidos suspensos
788 totais estão apresentadas nas figuras 37, 38, 39, 40, 41 e 42. A amônia apresentou suas
789 menores concentrações nos tratamentos CI e BMI atingindo seu mínimo em 0,01mg/L.
790 As maiores concentrações de amônia foram nos tratamentos C e BM com a maior
791 concentração no tratamento C, com 7,8 mg/L de amônia no 9º dia de experimento em
792 uma de suas réplicas, e posteriormente os seus valores foram decrescendo assim como
793 nos outros tratamentos. Esses tratamentos apresentaram diferenças significativas com os
794 tratamentos CI e BMI. Os resultados de análise de correlação da adição do flocculante e
795 do inóculo de bioflocos mostraram que a adição de um inóculo de bioflocos na água
796 teve influência nesse parâmetro diminuindo assim as suas concentrações. Com o
797 decréscimo das concentrações de amônia, as concentrações de nitrito foram aumentando
798 a partir do 8º dia e teve sua maior concentração expressada no tratamento C, com 28
799 mg/L no 17º dia em uma de suas réplicas e posteriormente sua concentração decresceu.
800 Os resultados de análise de correlação da adição do flocculante do inóculo de bioflocos
801 mostraram que a adição de um inóculo de bioflocos na água teve influência nesse
802 parâmetro diminuindo as suas concentrações. As concentrações de nitrato, fosfato,
803 turbidez e sólidos suspensos totais aumentaram ao longo dos dias de cultivo.
804



805

806 **Figura 37:** Variações de amônia ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT
807 com adição de flocculante. As barras verticais indicam o desvio padrão.

808

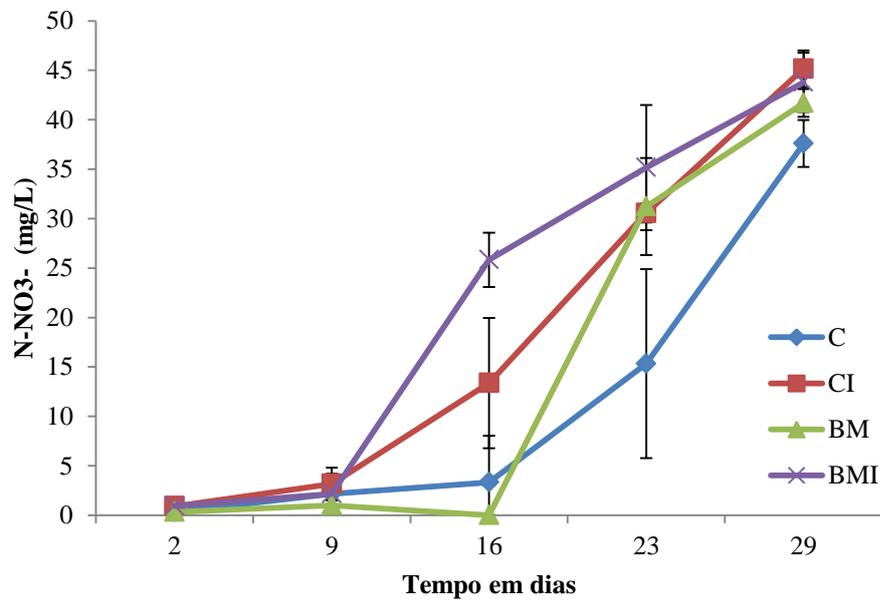


809

810 **Figura 38:** Variações de concentrações de nitrito ao longo do cultivo de *L. vannamei*
811 em sistema BFT com adição de flocculante. As barras verticais indicam o desvio padrão.

812

813



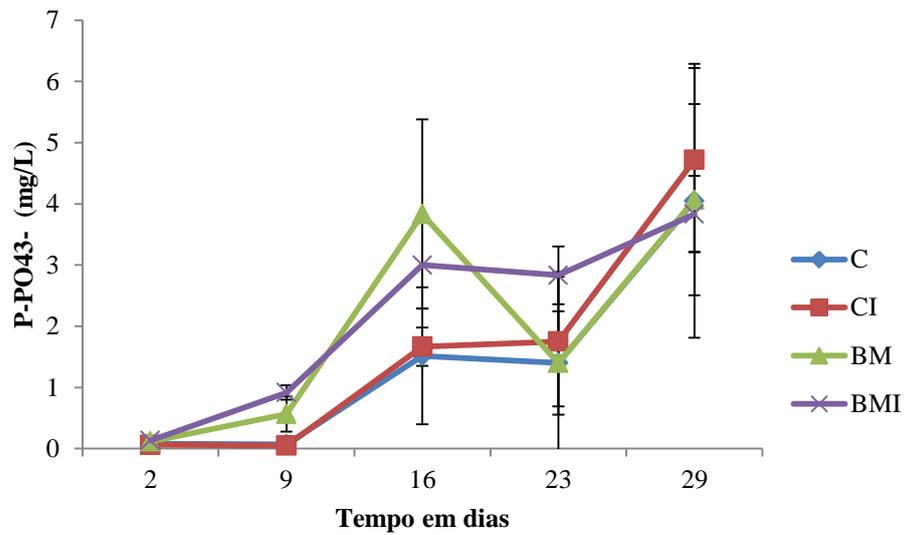
814

815

816 **Figura 39:** Variações de nitrato ao longo do cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT
817 com adição de flocculante. As barras verticais indicam o desvio padrão.

818

819

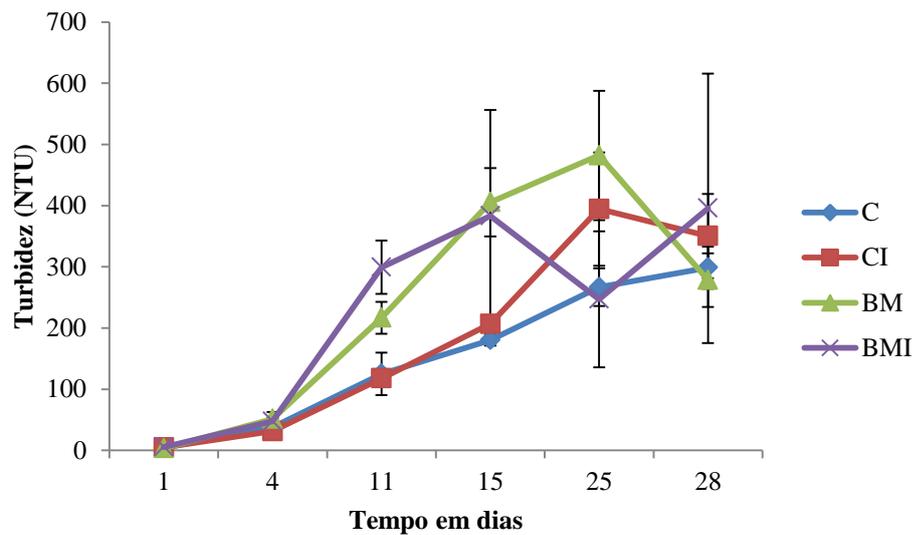


820

821 **Figura 40:** Variações de concentrações de fosfato ao longo do cultivo de *L. vannamei*
 822 em sistema BFT com adição de flocculante. As barras verticais indicam o desvio padrão.

823

824



825

826

827

828 **Figura 41:** Variações de concentrações de turbidez ao longo do cultivo de *L. vannamei*
 829 em sistema BFT com adição de flocculante. As barras verticais indicam o desvio padrão.

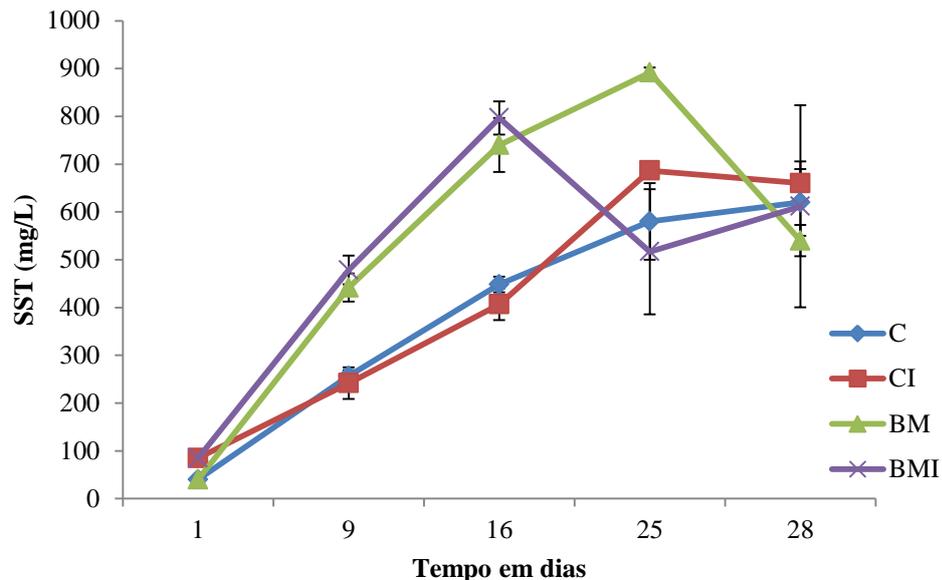
830

831

832

833

834 As concentrações de sólidos suspensos totais não apresentaram diferenças
 835 significativas entre os tratamentos, no entanto as concentrações de sólidos suspensos
 836 atingiram valores mais altos com a adição de flocculante. E mostram-se diferenças
 837 significativas entre os C e CI quando comparadas aos tratamentos BM e BMI no mesmo
 838 período de tempo a partir do 9º dia.



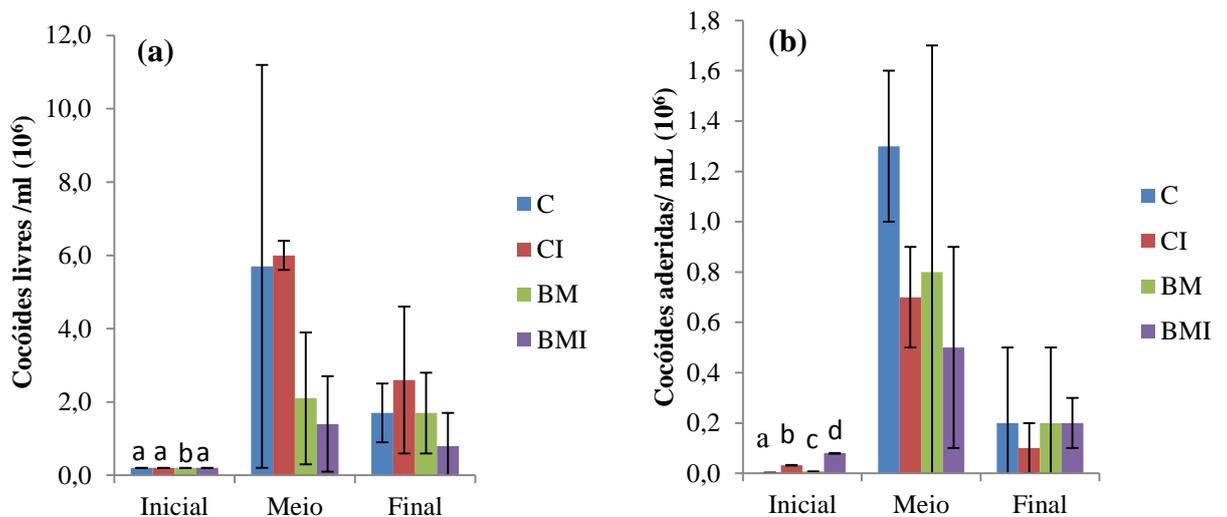
839 **Figura 42:** Variações de concentrações de sólidos suspensos totais ao longo do
 840 cultivo de *L. vannamei* em sistema BFT com adição de flocculante. As barras verticais
 841 indicam o desvio padrão.
 842

844 **Caracterização da comunidade microbiana**

845 Os resultados obtidos de bactérias fusiformes, vibrios, flagelados autotróficos,
 846 ciliados e rotíferos não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). As
 847 concentrações de cocóides livres, cocóides aderidas, filamentosas livres, filamentosas
 848 aderidas, bacilos, amebas e flagelados heterotróficos apresentaram diferenças
 849 significativas ($p \leq 0,05$). Os resultados são sumarizados nas figuras 43,44,45, 46, 47 e 48.
 850 Para os resultados de bactérias foi utilizada a escala de org/mL(10^6) e para os resultados
 851 de protozoários e rotíferos foi utilizada a escala de org/mL (10^3).

852 Para as concentrações de cocóides livres os tratamentos C,CI e BMI
 853 diferenciaram do tratamento BM no início do cultivo, na fase intermediária e final as
 854 concentrações não diferiram entre os tratamentos. A maior concentração de cocóides
 855 livre encontrada foi de 2,6 org./ml (10^6) no tratamento CI e a menor concentração foi de
 856 0,2 org./ml (10^6) em todos os tratamentos no início do cultivo. As concentrações de

857 cocóides aderidas no início do cultivo diferenciaram entre todos os tratamentos, na fase
 858 intermediária e final esses tratamentos não diferem significativamente entre si. A maior
 859 concentração observada foi de 1,3 org./ml (10^6) no tratamento C e a menor
 860 concentração foi de 0,0023 org./ml (10^6) no tratamento C. Os resultados observados
 861 estão nas figuras (43. a) e (43. b) para cocóides livres e aderidas respectivamente
 862



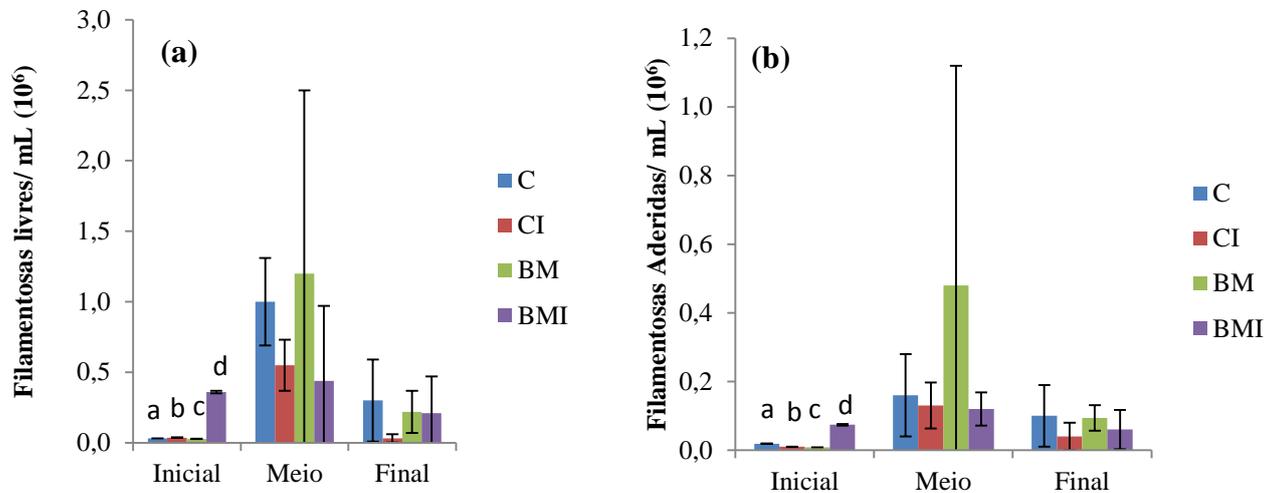
863

864 **Figura 43:** Valores médios de cocóides livres (a) e aderidas (b) nos tempos: inicial,
 865 meio e final do cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com adição de flocculante. As
 866 linhas verticais indicam desvio padrão. Letras diferentes acima das barras indicam
 867 diferenças significativas ($p \leq 0,05$).
 868

869

870 Para as concentrações de filamentosas livres e aderidas todos os tratamentos
 871 diferem significativamente entre si no início do cultivo, na fase intermediária e final as
 872 concentrações não diferiram entre os tratamentos. A maior concentração de
 873 filamentosas livres encontrada foi de 1,2 org./ml (10^6) no tratamento BM e a menor
 874 concentração foi de 0,028 org./ml (10^6) no mesmo tratamento. A maior concentração
 875 observada de filamentosas aderidas foi de 0,48 org./ml (10^6) no tratamento BM e a
 876 menor concentração foi de 0,0083 org./ml (10^6) no mesmo tratamento. Os resultados
 877 observados estão nas figuras (44. a) e (44. b) para filamentosas livres e aderidas
 878 respectivamente.

879



882

883

884

885

886

887

888

Figura 44: Valores médios de filamentosas livres (a) e aderidas (b) nos tempos: inicial, meio e final do cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com adição de flocculante. As linhas verticais indicam desvio padrão. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$).

889

890

891

892

893

894

895

896

897

898

899

900

901

902

903

904

905

Para as concentrações de bacilos todos os tratamentos diferem significativamente no início do cultivo, na fase intermediária os tratamentos C, CI e BM são diferentes significativamente do tratamento BMI. No final as concentrações não diferiram entre os tratamentos. A maior concentração de bacilos encontrada foi de 1,8 org./ml (10^6) no tratamento C e a menor concentração foi de 0,1 org./ml (10^6) no tratamento BMI. As concentrações de vibrios não diferem significativamente entre os tratamentos tendo sua maior concentração de 0,042 org./mL (10^6) e a menor de 0,0001 org./mL (10^6) nos tratamentos C, CI, BM. Os resultados observados estão nas figuras (45. a) e (45. b) para bacilos e vibrios respectivamente.

906

907

908

909

910

911

912

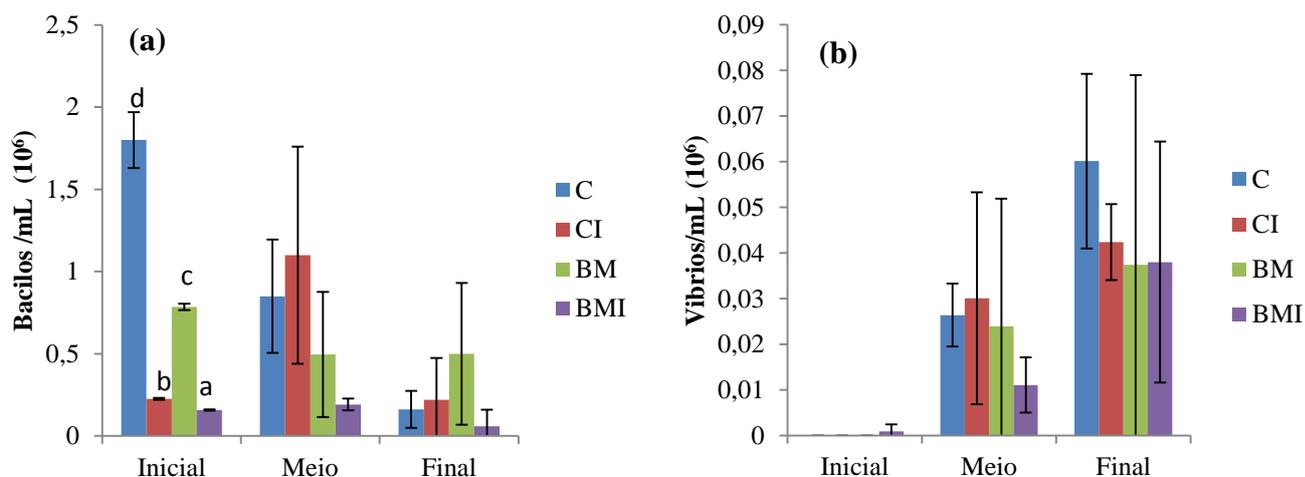
913

914

915

916

917

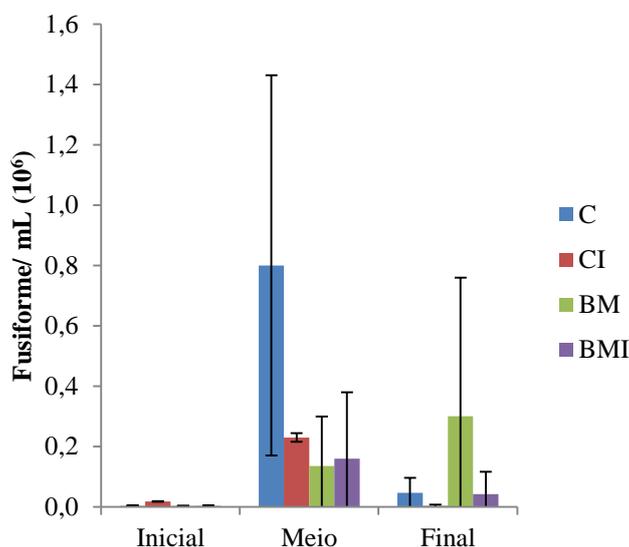


906

907 **Figura 45:** Valores médios de bacilos (a) e vibrios (b) nos tempos: inicial, meio e final
 908 do cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com adição de flocculante. As linhas
 909 verticais indicam desvio padrão. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças
 910 significativas ($p < 0,05$).

911

912 Para as concentrações de bactérias fusiformes, os tratamentos não apresentaram
 913 diferenças significativas ($p > 0,05$). A maior concentração de fusiformes 0,80 org./mL
 914 (10^6) no tratamento C e a menor concentração foi de 0,003 org./ml (10^6) no tratamento
 915 BM.. Os resultados observados estão na figura 46.

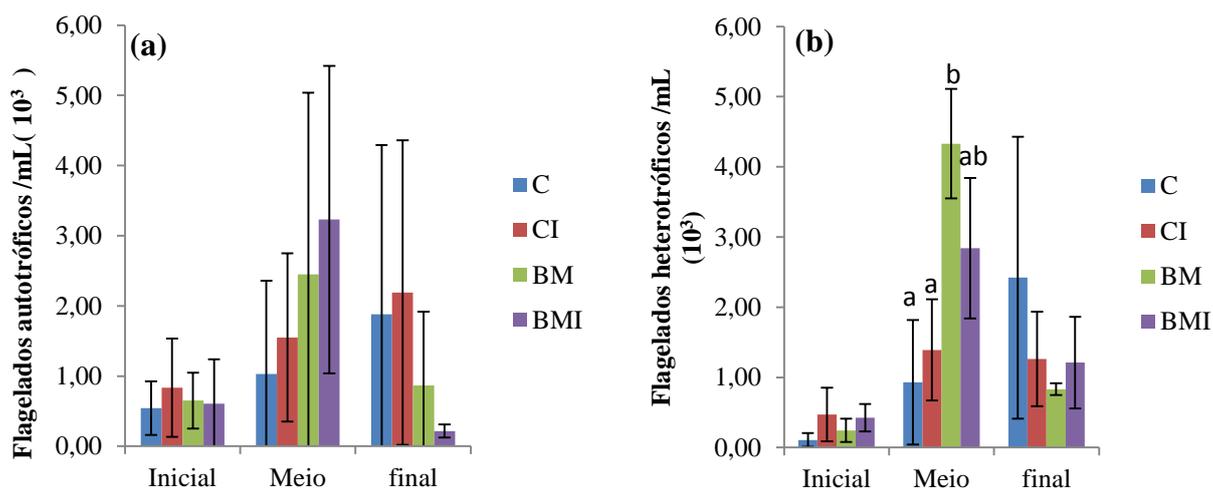


916

917 **Figura 46:** Valores médios de bactérias fusiformes nos tempos: inicial, meio e final do
 918 cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com adição de flocculante. As linhas
 919 verticais indicam desvio padrão. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças
 920 significativas ($p \leq 0,05$).

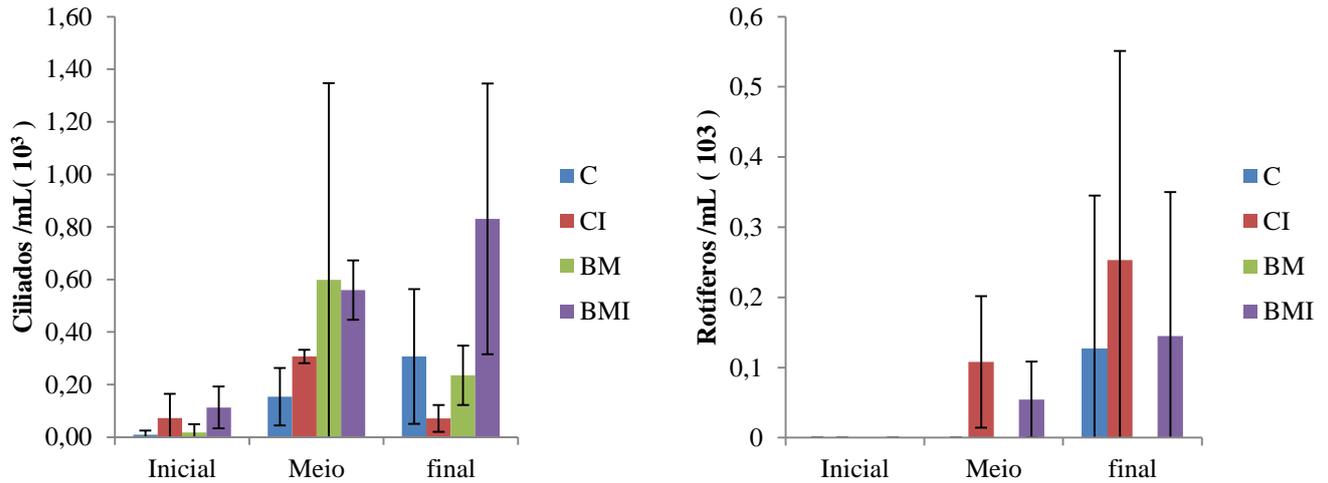
921

922 As concentrações de flagelados autotróficos não apresentaram diferenças
 923 estatísticas ($p>0,05$) tendo como maior concentração de 3,23 org./mL (10^3) no
 924 tratamento BMI e a menor concentração de 0,22 org./mL (10^3) no mesmo tratamento.
 925 Para flagelados heterotróficos na fase inicial e final não apresentaram diferenças
 926 significativas ($p>0,05$) já na fase intermediária os tratamentos C, CI e BMI não
 927 apresentaram diferenças significativas, assim como os tratamentos BM e BMI, já os
 928 tratamentos C e CI foram diferentes significativamente do tratamento BM, mas não
 929 apresentaram diferenças em comparação ao BMI. A maior concentração observada de
 930 flagelados heterotróficos ocorreu no tratamento BM com 4,23 org./mL (10^3) e a menor
 931 0,11 org./mL (10^3) no tratamento C. Os resultados observados estão nas figuras (47. a) e
 932 (47. b) para flagelados autotróficos e heterotróficos respectivamente.
 933



934
 935 **Figura 47:** Valores médios de flagelados autotróficos (a) e heterotróficos (b) nos
 936 tempos: inicial, meio e final do cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com adição de
 937 floculante. As linhas verticais indicam desvio padrão. Letras diferentes acima das barras
 938 indicam diferenças significativas ($p\leq 0,05$).
 939

940 Os resultados para as concentrações de ciliados e rotíferos não apresentaram
 941 diferenças significativas ($p\leq 0,05$) para todos os tratamentos. A maior concentração de
 942 ciliados se deu no tratamento BMI com 0,831 org./mL (10^3) e a menor concentração
 943 0,009 org./mL (10^3) no tratamento C (figura 48. a). Para rotíferos a maior concentração
 944 observada foi no tratamento CI com 0,253 org./mL (10^3) e a menor concentração foi de
 945 0,0001 org./mL (10^3) inicialmente em todos os tratamentos (figura 48. b).



946

947 **Figura 48:** Valores médios de ciliados (a) e rotíferos (b) nos tempos: inicial, meio e
 948 final do cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com adição de flocculante. As linhas
 949 verticais indicam desvio padrão. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças
 950 significativas ($p \leq 0,05$).

951

952

As concentrações de amebas diferem significativamente entre os
 953 tratamentos no início do cultivo, os tratamentos C e CI são significativamente diferentes
 954 do tratamento BMI, mas não diferem significativamente do tratamento BM. Na fase
 955 intermediária e final não apresentam diferenças significantes entre os tratamentos.
 956 ($p > 0,05$). A maior concentração amebas encontradas de 0,10 org./mL (10^6) no
 957 tratamento CI e a menor de 0,0009 org./mL (10^6) no tratamento C. Os resultados
 958 observados estão na figura 49.

959

960

961

962

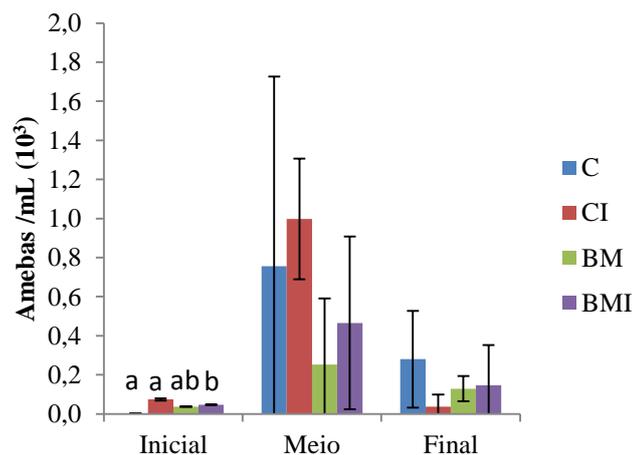
963

964

965

966

967



968

969 **Figura 49:** Valores médios de amebas nos tempos: inicial, meio e final do cultivo do *L.*
 970 *vannamei* em sistema BFT com adição de flocculante. As linhas verticais indicam desvio
 971 padrão. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$).

972

973 **Análise da composição proximal do floco**

974 Os resultados obtidos para composição proximal do floco mostraram que a
 975 porcentagem de fibra encontrada não apresentou diferenças significativas entre os
 976 tratamentos ($p>0,05$). Os resultados de proteína, lipídeos e cinzas apresentaram
 977 diferenças significativas entre os tratamentos ($p\leq 0,05$). Os resultados obtidos estão
 978 representados na tabela 9 e nas figuras 50 e 51.

979 Os resultados de análise de correlação da adição do floculante e do inóculo de
 980 bioflocos mostraram que a adição de um inóculo de bioflocos na água e o floculante
 981 tiveram influência no resultado de proteínas e lipídeos. Para a porcentagem de cinzas
 982 encontrada a adição do floculante influenciou os resultados obtidos.

983 **Tabela 10.** Valores médios, desvio padrão da composição proximal de proteínas,
 984 lipídeos, cinzas, fibras e extrato não nitrogenado do floco seco de um cultivo do cultivo
 985 do camarão *L. vannamei* em sistema BFT com adição de floculante. Letras diferentes na
 986 mesma linha indicam diferenças significativas ($p<0,05$).

%	Tratamentos			
	C	CI	BM	BMI
Proteínas	20,55 ±3,42 ^{ab}	23,53 ±1,35 ^a	14,77 ±1,54 ^b	19,38 ±1,78 ^{ab}
Lipídeos	0,89 ±0,37 ^{ab}	1,63 ±0,42 ^a	0,34 ±0,21 ^b	0,65 ±0,32 ^b
Cinzas	57,33 ±2,06 ^{ab}	53,96 ±0,55 ^a	66,77 ±1,21 ^c	62,44 ±2,94 ^{bc}
Fibras	5,77 ±0,24	6,74 ±0,65	5,26 ±1,10	5,55 ±0,69
ENN	15,46 ±6,44	14,15 ±2,59	12,85 ±1,10	11,98 ±0,94
Total	100	100	100	100

987 ENN=Extrato não nitrogenado ($100 - (\sum \text{Proteínas; Lipídeos; Cinzas; Fibras})$).

988

989

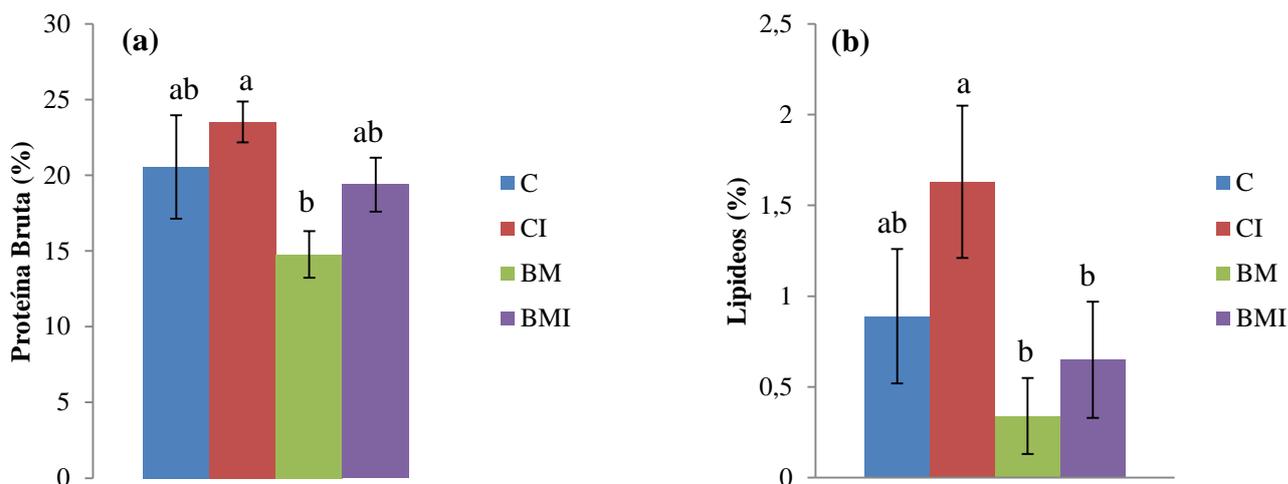
990

991

992

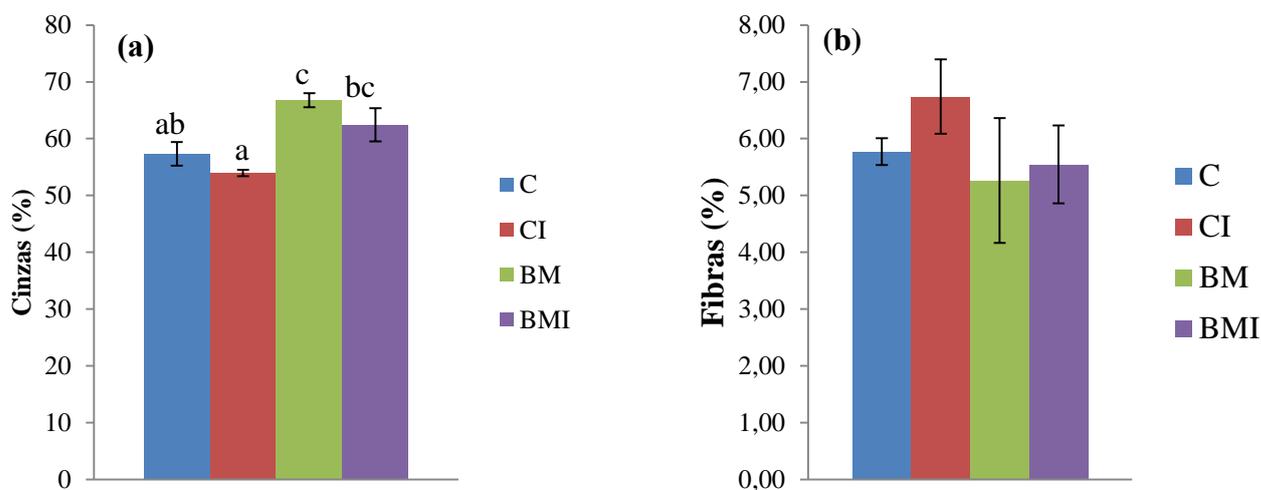
993

994



995

996 **Figura 50:** Valores médios da análise proximal de proteínas (a) e lipídeos (b) do floco
 997 seco do cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com adição de floculante. As linhas
 998 verticais indicam desvio padrão. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças
 999 significativas ($p \leq 0,05$).
 1000



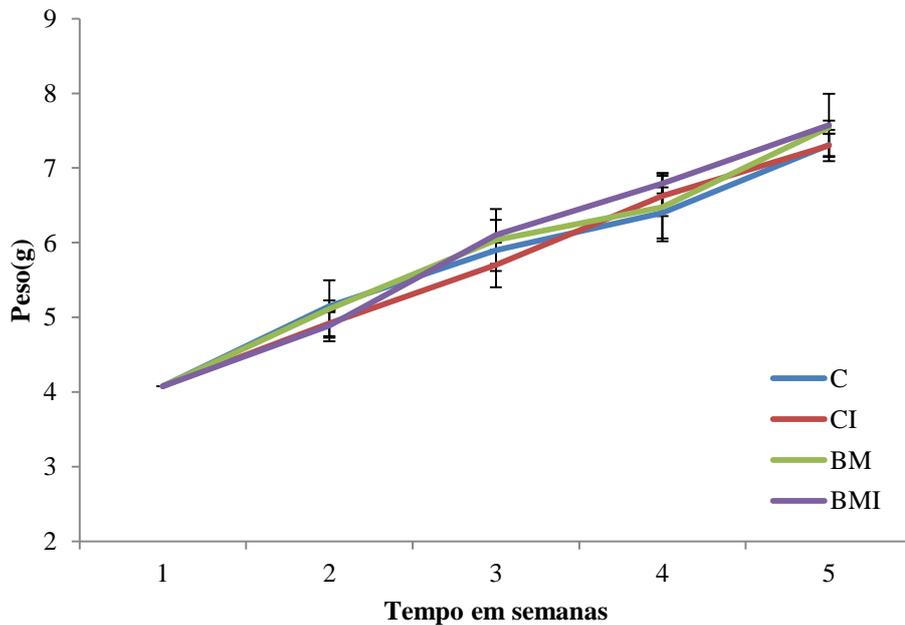
1001

1002 **Figura 51:** Valores médios da análise proximal de cinzas (a) e fibras (b) do floco seco
 1003 do cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com adição de floculante. As linhas
 1004 verticais indicam desvio padrão. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças
 1005 significativas ($p \leq 0,05$).
 1006
 1007
 1008
 1009
 1010

1011 **Desempenho zootécnico**

1012 Os resultados obtidos para desempenho zootécnico, nos parâmetros de peso
 1013 inicial, peso final, crescimento, sobrevivência, biomassa, produtividade e conversão
 1014 alimentar aparente não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos
 1015 ($p>0,05$) ao longo do cultivo. Os resultados são apresentados na tabela 11, e o
 1016 crescimento semanal na figura 52.

1017



1018

1019 **Figura 52:** Ganho de peso semanal do *L. vannamei* cultivado em sistema BFT com
 1020 adição de flocculante durante as 05 semanas de experimento. As barras verticais indicam
 1021 o desvio padrão

1022

1023 **Tabela 11:** Valores médios, desvio padrão e mínimos e máximos (em parênteses) de
 1024 desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* cultivados em sistema BFT com
 1025 adição de flocculante, para peso inicial (g), peso final (g), crescimento semanal (g),
 1026 sobrevivência (%) biomassa (g), produtividade (kg) e conversão alimentar aparente
 1027 (CAA) nos tratamentos: Controle sem inóculo (C), controle com inóculo (CI), 50mg/l
 1028 de flocculante sem inóculo (BM) e 50mg/L de flocculante com inóculo (BMI) durante os
 1029 29 dias de cultivo.

	Tratamentos			
	C	CI	BM	BMI
Peso inicial (g)	4,08 ±0,81 (2,01-6,32)	4,08 ±0,81 (2,01-6,32)	4,08 ±0,81 (2,01-6,32)	4,08 ±0,81 (2,01-6,32)
Peso final (g)	7,32 ±0,15 (1,09-15,31)	7,3 ±0,15 (2,38-11,72)	7,54 ±0,45 (0,94-14,78)	7,57 ±0,06 (2,91-12,66)

Crescimento semanal (g)	0,81 ±0,31 (0,76-0,85)	0,8 ±0,25 (0,76-0,80)	0,87 ±0,32 (0,72-1,0)	0,87 ±0,27 (0,86-0,89)
Sobrevivência (%)	92,5 ±3,31 (88,8-95)	96,6 ±3,15 (93,8-100)	94,2 ±6,88 (86,3-98,8)	97,1 ±2,60 (95-100)
Biomassa final (g)	541,7 ±30,14 (506,94-561)	563,31 ±5,33 (559-569,60)	575,18 ±22,32 (550,63-592,0)	588,3 ±21,51 (570,0-612,0)
Produtividade (kg/m ³)	2,7 ±0,15 (2,53-2,81)	2,8 ±0,03 (2,80-2,85)	2,9 ±0,11 (2,75-2,96)	2,9 ±0,11 (2,85-3,06)
CAA	2 ±0,17 (1,8-2,2)	1,9 ±0,06 (1,8-1,9)	1,8 ±0,20 (1,7-2,1)	1,7 ±0,08 (1,6-1,8)

1030 CAA=Conversão alimentar aparente.

1031

1032 DISCUSSÃO

1033

1034 Parâmetros físicos- químicos da água

1035

1036 A temperatura é um parâmetro de grande relevância para a sobrevivência e
 1037 metabolismo do camarão e pode influenciar diretamente no consumo do alimento. (Niu
 1038 et al., 2003; Wyban et al., 1995). O *Litopenaeus vannamei* é cultivado mundialmente e
 1039 um desses motivos é por ele ser uma espécie que suporta uma larga faixa de
 1040 temperatura. A temperatura para que seu crescimento não seja afetado deve permanecer
 1041 entre os 24°C e 32° C (Van Wyk e Scarpa 1999). Nesse estudo a temperatura nos três
 1042 experimentos se manteve como média acima de 26°C. No experimento um mostraram-
 1043 se diferenças significativas entre os tratamentos (p<0,05), no entanto, ainda assim se
 1044 mantiveram dentro da faixa aceitável para a criação do camarão, resultados semelhantes
 1045 foram obtidos por Ponce-palafox et al., (2019) e Xu et al., (2016) que obtiveram
 1046 temperaturas semelhantes ao presente estudo sem afetar a sobrevivência dos camarões.

1047 Conforme Van Wyk e Scarpa (1999) o oxigênio dissolvido deve ser mantido entre
 1048 5- 9mg/L, pois ele é necessário para respiração dos animais a qual gera energia para
 1049 metabolizar os nutrientes da ração. Apesar das diferenças significativas (p<0,05) nos
 1050 experimentos um e dois, as concentrações dos três experimentos permaneceram acima
 1051 de 5mg/L. Alguns estudos mostram que com o aumento da biomassa ao longo do
 1052 cultivo, a concentração de oxigênio dissolvido diminui (Krummenauer et al., 2011;
 1053 Lima et al., 2015), fato contrário do que foi encontrado nesse estudo. Provavelmente a
 1054 aeração mecânica oferecida fornecia oxigênio suficiente para a respiração de todos os

1055 organismos presentes no bioflocos sem que suas concentrações diminuíssem e
1056 mantendo-se estáveis durante todo o cultivo nos três experimentos.

1057 Em sistemas fechados, como o BFT, o pH da água durante o cultivo tende a
1058 diminuir devido ao decréscimo da alcalinidade e aumento de CO₂ causado pelo aumento
1059 da biomassa e respiração dos organismos (Decamp et al., 2007; Furtado et al., 2011)
1060 Esse comportamento foi observado nos experimentos um e dois. No experimento três o
1061 pH decresceu entre o 10° e 19° dias de experimento, voltando a aumentar posterior a
1062 esse período. Esse caso pode ser atribuído também ao processo de nitrificação, que
1063 implica em um consumo da alcalinidade e conseqüentemente um pH mais baixo
1064 (Ebeling et al., 2006; Hargreaves, 2013). O pH tem influência direta nas reações
1065 químicas que ocorrem na água (Graham, 2004) como também no desempenho das
1066 funções fisiológicas do camarão (Han et al., 2018; Lemonnier et al., 2004). Durante esse
1067 estudo o pH não chegou a níveis menores que 7,0 em todos os tratamentos e não
1068 ocorreu diferenças significativas. As médias dos tratamentos ficaram de acordo com a
1069 faixa recomendada por Van Wyk e Scarpa (1999) para peneídeos.

1070 A alcalinidade é a capacidade da água de neutralizar ácidos e bases (Hargreaves
1071 2013). Ao decorrer do processo de nitrificação, assim como o pH, a alcalinidade
1072 também baixa devido as bactérias nitrificantes utilizarem do carbono inorgânico
1073 (Ebeling et al., 2006). Resultado também encontrado nesse estudo, que mostra
1074 concentrações mais baixas no período em que o processo de nitrificação ocorria. Essas
1075 concentrações não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p>0,05$) e estão
1076 de acordo com o recomendado por Van Wyk e Scarpa (1999) e Furtado et al., (2011).
1077 A salinidade também não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos nos
1078 três experimentos e permaneceu dentro do recomendado por Van Wyk e Scarpa (1999)
1079 Gao et al., (2016); Ray e Lotz, (2017) utilizando camarões em sistema BFT obtiveram
1080 melhores resultados de sobrevivência e crescimento nas faixas de salinidade
1081 semelhantes ao presente estudo.

1082 A amônia é o principal produto da excreta do camarão, ela é tóxica e em altas
1083 concentrações além afetar a qualidade da água, afeta também as funções fisiológicas
1084 do camarão (Regault, 1987). No sistema BFT há duas vias de remoção dessa amônia:
1085 via heterotrófica e quimioautotrófica, a primeira através de bactérias
1086 quimioheterotróficas que a transformam em biomassa bacteriana e a segunda através

1087 das bactérias nitrificantes que metaboliza essa amônia a compostos menos tóxicos
1088 (Ebeling et al., 2006). Nos experimentos um e dois as concentrações de amônia não
1089 apresentaram diferenças significativas, entretanto, no experimento 3, as concentrações
1090 de amônia foram diferentes significativamente ($p < 0,05$). Os tratamentos C e BM
1091 apresentaram concentrações maiores que os tratamentos CI e BMI. A adição do
1092 inóculo de bioflocos influenciou as menores concentrações encontradas nesses
1093 tratamentos. Krummenauer et al. (2014) trabalhando com reuso de água no sistema
1094 BFT verificou que uma porcentagem de inóculo de 25% do volume útil do tanque já
1095 era suficiente para obter uma remoção de compostos nitrogenados mais eficaz. Apesar
1096 de que no presente estudo o percentual de inóculo foi inferior a esse valor (5%) nos
1097 tratamentos CI e BMI, a diferenças de concentrações de amônia se deu pela presença
1098 de bactérias nitrificantes desse inóculo, que já vinha de um cultivo em andamento da
1099 própria Estação Marinha, que foi adicionado na água.

1100 O nitrito é um composto intermediário da nitrificação e é resultante da
1101 metabolização da amônia, e o efeito da sua toxicidade varia de acordo com a
1102 salinidade, quanto mais baixa a salinidade mais tóxico o nitrito pode ser (Lin and
1103 Chen, 2003; Ram et al., 2017). No experimento um, as concentrações de nitrito não
1104 apresentaram diferenças significativas. Serra et al. (2015); Reis et al. (2019) obtiveram
1105 concentrações médias de nitrito semelhantes a esse experimento sem comprometer o
1106 desempenho zootécnico. No experimento dois, a adição de um inóculo já maduro
1107 contribuiu para que as concentrações de nitrito não ultrapassassem níveis letais para o
1108 camarão. Nesse experimento as concentrações de nitrito apresentaram diferenças
1109 estatísticas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. A adição do argilomineral nas taxas de
1110 50mg/L e 100mg/L resultou uma concentração de nitrito menor que no tratamento
1111 controle. A adição da argila também influenciou a concentração de sólidos suspensos
1112 totais. Nas maiores concentrações de SST a nitrificação foi mais eficiente
1113 corroborando com o estudo realizado por Gaona et al., (2016). O argilomineral por ter
1114 uma elevada área superficial específica pode ter apresentado uma maior afinidade às
1115 bactérias se aderirem, assim como sua propriedade de adsorção. Jiang et al., 2007
1116 investigou a adsorção de bactérias gram-negativas aos minerais de argila presentes no
1117 solo obtendo resultados positivos na taxa de adsorção dessas bactérias aos colóides de
1118 argilomineral avaliados. Com adição de um inóculo que já continha bactérias

1119 nitrificantes, os colóides de argilomineral e os flocos formados pelos mesmos podem
1120 ter se tornado um substrato eficiente para as bactérias fixarem-se. Koops e
1121 Pommerening-Roser, (2002) relataram que algumas espécies de bactérias nitrificantes
1122 em ambientes aquáticos podem colonizar flocos e biofilmes já existentes.

1123 No experimento 3 os tratamentos com adição de inóculo (CI e BMI)
1124 apresentaram concentrações menores de nitrito em comparação aos tratamentos sem
1125 adição do inóculo (C e BM) a presença de inóculo foi um fator que influenciou esses
1126 resultados. No entanto, ao contrário do experimento dois a adição do argilomineral
1127 não teve influencia para esse parâmetro. O tratamento com adição de argilomineral +
1128 inóculo não diferiu significativamente do tratamento controle + inóculo.

1129 O uso do argilomineral influenciou positivamente a nitrificação no experimento 2
1130 o que não foi encontrado nos demais experimentos. Isso indica que o processo de
1131 nitrificação no sistema BFT é dinâmico e dependente de um conjunto de diversas
1132 variáveis. Assim como o processo de nitrificação, as bactérias oxidantes do nitrito são
1133 sensíveis a fatores ambientais como amônia, temperatura, pH, oxigênio e nitrito
1134 (Antoniu et al., 1990; Isnansetyo et al., 2014; Kim e Kim, 2006; Munz et al., 2011)
1135 e a variação desses parâmetros podem influenciar o seu crescimento. Outro fator que
1136 pode explicar as diferenças nos dois experimentos é o tempo de maturação do inóculo
1137 utilizado nos dois experimentos que pode modificar a comunidade microbiana
1138 presente nos mesmos.

1139 No sistema BFT o nitrato e o fosfato tendem a se acumular no sistema ao decorrer
1140 do cultivo (Da Silva et al., 2013; Samocha et al., 2010.). O primeiro é o resultado do
1141 processo de nitrificação e é o composto menos tóxico entre os nitrogenados (Ebeling
1142 et al., 2006), já o segundo é incorporado no sistema através da reação. Nesse estudo as
1143 concentrações de nitrato e fosfato não se mostraram diferentes significativamente entre
1144 os tratamentos nos três experimentos. No experimento um e dois em alguns
1145 tratamentos a concentração de nitrato ultrapassou a recomendada por Van Wyk e
1146 Scarpa (1999), porém ficaram abaixo das concentrações letais (Furtado et al., 2015;
1147 Tsai and Chen, 2002). Para toxicidade do fosfato não há muitos relatos, Samocha et al.
1148 (2017) retratam que em fazendas comerciais concentrações de 32 mg/L de fosfato
1149 foram encontradas na água de cultivo sem apresentar dano aparente ao camarão. Nesse

1150 estudo a concentração máxima de fosfato ficou abaixo do relatado pelo autor, nos três
1151 experimentos.

1152 As concentrações de sólidos suspensos totais aumentam devido à baixa renovação
1153 da água, altas densidades de estocagem e reuso da água advinda de outros ciclos
1154 (Krummenauer et al., 2014, 2011). Os sólidos em suspensão podem servir como
1155 substrato para fixação das bactérias podendo melhorar a nitrificação, por outro lado
1156 altas concentrações podem prejudicar os camarões, causando entupimento das
1157 brânquias (Schveitzer et al., 2013). Os valores médios de sólidos suspensos totais do
1158 experimento um não diferiram significativamente ($p>0,05$) e ficaram próximos dos
1159 recomendados para a espécie (Samocha et al., 2007; Gaona et al., 2011). Quando sua
1160 concentração ultrapassava 500 mg/L o sistema de clarificação era utilizado. Para o
1161 segundo experimento a adição do argilomineral favoreceu para o aumento de sólidos
1162 suspensos. Os tratamentos de 50mg/L e 100 mg/L diferiu significativamente do
1163 tratamento controle. O fato do argilomineral ter propriedade adsortiva, além dos
1164 microrganismos presentes na água, as fezes e ração podem ter ficados retidos nas
1165 moléculas de argila, aumentando assim as concentrações de sólidos suspensos totais.
1166 Sharma (2003); Li et al. (2011); Vang et al. (2011) utilizaram argilomineral para
1167 adsorção e remoção de contaminantes de efluentes residuais o qual resultou numa alta
1168 taxa de adsorção dos contaminantes pelos colóides da argila. Mesmo com as altas
1169 concentrações de SST a taxa de sobrevivência não foi afetada. Nesse experimento a
1170 turbidez apresentou o mesmo comportamento que os sólidos suspensos totais. No
1171 experimento três as concentrações de sólidos não diferiram significativamente entre os
1172 tratamentos ($p>0,05$), entretanto, nos tratamentos com adição de argila as
1173 concentrações de SST elevaram-se mais rapidamente comparados aos tratamentos sem
1174 adição do composto. A figura 41 mostra as curvas de SST ao longo do cultivo e logo
1175 na primeira semana as concentrações de sólidos foram maiores nos tratamentos BM e
1176 BMI, nesse período as concentrações se mostraram diferentes significativamente
1177 ($p<0,05$) aos tratamentos C e CI. Esse comportamento ocorreu nos demais
1178 experimentos. Esse resultado indica o poder do argilomineral como formadores de
1179 flocos. De Schryver et al., 2008 relatam que SST é comumente utilizado para
1180 determinação de quantidade de bioflocos no sistema de cultivo.

1181

1182 **Microrganismos**

1183 Em um sistema de cultivo que tem por base uma cadeia microbiana, entender a
1184 dinâmica, metabolismo e ecologia dos microrganismos é fundamentalmente
1185 relevante. Os microrganismos além de contribuírem para a alimentação (Burford et
1186 al., 2003), também participam da metabolização de alguns compostos que são
1187 tóxicos para as espécies cultivadas (Ebeling et al., 2006; Hargreaves 2013). No
1188 sistema BFT a abundância de microrganismos pode colaborar para um melhor
1189 resultado na produtividade (Reis et al., 2019). No experimento dois não houve
1190 diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos ao que se refere à abundância
1191 de microrganismos. Nesse experimento a nitrificação foi mais eficiente, embora não
1192 tenha sido possível identificar as espécies das bactérias, provavelmente à adição do
1193 argilomineral contribuiu para o aumento de bactérias nitrificantes no sistema de
1194 cultivo.

1195 No experimento três a abundância de bactérias fusiforme, vibrios, rotíferos,
1196 ciliados e flagelados autotróficos não diferiram significativamente. A abundância de
1197 bactérias cocóides livres e aderidas, bactérias filamentosas livres e aderidas,
1198 flagelados heterotróficos, bacilos e amebas diferiu significativamente entre os
1199 tratamentos no início de cultivo e nos tempos posteriores esses microrganismos não
1200 apresentaram diferenças estatísticas significativas. O fato de essas diferenças terem
1201 se dado no primeiro dia de coleta pode ser devido a um erro amostral ou
1202 contaminação das amostras. Além disso, a aplicação desse produto no sistema BFT
1203 para servir como substrato bacteriano e formador de bioflocos e seu efeito ainda são
1204 bastante desconhecidos o que pode dificultar a compreensão do comportamento dos
1205 microrganismos no sistema de cultivo com aplicação do composto.

1206

1207 **Composição Proximal do bioflocos**

1208 Os bioflocos além de contribuírem para a manutenção da qualidade da água, eles
1209 podem servir como suplemento alimentar para os camarões cultivados (Burford et
1210 al., 2004; David D Kuhn et al., 2010). Sua qualidade pode ser influenciada pelo
1211 tamanho do floco (Ekasari et al., 2014) pela incidência de luz e comunidade
1212 microbiana (Reis et al 2019) e por diferentes fontes de carbono (Wei et al., 2016).
1213 Nesse estudo a fonte de carbono utilizada foi o melão. No experimento três os

1214 valores de proteína, lipídeos e cinzas diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre os
1215 tratamentos. Nos tratamentos com adição de argilomineral (BM e BMI) o teor
1216 proteico e lipídico foram menores comparados aos tratamentos C e CI. No entanto, o
1217 teor de cinzas foi maior nesses tratamentos. Fator atribuído à adição de um mineral
1218 que resulta uma maior porcentagem de matéria inorgânica. Os valores de proteína e
1219 lipídeos ficaram abaixo dos encontrados por (Becerril-Cortés et al., 2018; Vang et
1220 al., 2016) 24%- 26% e 42,01% para proteína e 3%- 4% e 2,50% para lipídeos
1221 respectivamente, quando fertilizados com a mesma fonte de carbono desse estudo.
1222 (Hargreaves, 2013) Da Silva et al., (2013) e Reis et al., (2019) encontraram valores
1223 semelhantes de proteínas, lipídeos e cinzas aos encontrados nos tratamentos sem
1224 adição do argilomineral. A grande quantidade de cinzas encontrada nos tratamentos
1225 (C e CI) pode estar ligada a matéria fecal dos camarões (Wasielesky et al., 2006). O
1226 teor de fibra bruta não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos
1227 ($p > 0,05$) e ficaram próximos aos encontrados por Becerril-Cortés et al., (2018). A
1228 adição de argilomineral provocou um aumento do teor de matéria inorgânica no floco
1229 o que diminuiu a porcentagem de proteínas e lipídeos disponíveis para o camarão.

1230

1231 **Desempenho zootécnico**

1232 O desempenho zootécnico é o resultado da qualidade da água e da alimentação
1233 fornecida. No experimento um os parâmetros de sobrevivência, crescimento semanal,
1234 conversão alimentar aparente, peso final, biomassa e produtividade não apresentaram
1235 diferenças significativas, fator atribuído às condições de cultivo que também não se
1236 mostraram diferentes estatisticamente entre os tratamentos. No experimento dois, os
1237 tratamentos com adição de maiores concentrações de argilomineral mostraram piores
1238 desempenhos nos parâmetros de crescimento semanal, conversão alimentar aparente,
1239 peso final, biomassa e produtividade quando comparados ao controle e de 10 mg/L.

1240 Os altos índices de desempenho zootécnico no tratamento controle foram
1241 semelhantes aos encontrados por Krummenauer et al., 2011 Kim e Kim, 2013; Reis
1242 et al., 2019 para sistema BFT com densidades de estocagem semelhantes a este
1243 estudo.

1244 Nesse experimento apesar da nitrificação nos tratamentos 50mg/L e 100mg/L ter
1245 se apresentado mais eficiente e a concentração de nitrito ter sido mais baixa que os

1246 demais tratamentos esse fator não corroborou com o melhor desempenho zootécnico,
1247 fato contrário do encontrado por Krummenauer et al., 2014. As altas concentrações
1248 de sólidos suspensos totais não afetaram a sobrevivência do camarão, sobretudo é
1249 provável que essas altas concentrações tenham afetado o consumo do alimento.
1250 Schveitzer et al 2013 relataram que altas concentrações de SST podem causar
1251 entupimento de brânquias, afetando a respiração e por consequência compromete o
1252 consumo da ração e o crescimento do animal. Gaona et al, (2011) recomendam a
1253 remoção dos sólidos suspensos no tanque de cultivo para melhor desempenho do
1254 camarão. A qualidade do floco pode ter sido outro fator que favoreceu esse resultado,
1255 a adição de argilomineral pode ter acarretado um alto teor de cinzas e diminuição de
1256 proteínas e lipídeos. No experimento três não houve diferenças significativas entre os
1257 tratamentos ($p>0,05$). Ainda que nesse experimento as concentrações de amônia e
1258 nitrito se mostraram diferentes ($p<0,05$) entre tratamentos, com maiores
1259 concentrações onde não houve a adição de inóculo. Esse resultado indica que as
1260 salinidades mais altas podem atenuar a toxicidade dos nitrogenados sem
1261 comprometer os parâmetros zootécnicos do animal cultivado corroborando com o já
1262 encontrado por outros autores Lin e Chen, (2001, 2003)Kuhn et al., (2010). A
1263 qualidade nutricional do floco encontrada foi inferior nos tratamentos com adição de
1264 argilomineral. Nesse experimento, pode-se dizer que esse fator não influenciou os
1265 percentuais de desempenho zootécnico encontrado.

1266

1267 **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

1268

1269 As variáveis de qualidade da água de modo geral não foram afetadas pelo uso do
1270 argilomineral, no experimento 2 a sua utilização implicou em um melhor resultado na
1271 nitrificação com menores concentrações de nitrito. Nos tratamentos com adição do
1272 argilomineral quando comparados aos tratamentos sem a adição do composto, as
1273 concentrações de SST foram maiores, como também o tempo de formação dos flocos
1274 ocorreu de uma forma mais rápida.

1275 As maiores concentrações do composto de argilominerais adicionadas na água
1276 tiveram um impacto maior tanto na qualidade da água, como no desempenho zootécnico
1277 nesse estudo, porém, a frequência de utilização não influenciou nesses parâmetros.

1278 Nesse estudo a abundância microbiana não foi influenciada pelo uso do produto.

1279 A adição do argilomineral diminuiu a qualidade nutricional do floco, aumentando
1280 o teor de cinzas e diminuindo o teor de proteína e lipídeos.

1281 A sobrevivência do camarão cultivado não foi afetada pela adição do
1282 argilomineral, no entanto no experimento 2 o desempenho zootécnico foi inferior ao
1283 tratamento sem o composto.

1284 Para se entender melhor o comportamento microbiano ligado ao argilomineral
1285 mais experimentos devem ser feitos assim como para analisar a abundância de
1286 microrganismos nitrificantes.

1287

1288 **CONCLUSÃO**

1289

1290 Com base nos resultados apresentados no presente trabalho não se recomenda a
1291 utilização do Floculante (BM) nos cultivos de camarões em sistema BFT para fins de
1292 aceleração de formação de agregados microbianos.

1293

1294

1295

1296

1297

1298

1299

1300

1301

1302

1303

1304

1305

1306

1307

1308

1309

1310 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 1311 Aguiar, M.R.M.P., Novaes, A.C., 2002. Thermal movements of proteins: small-scale
1312 fluctuation and conformation substates. *Quim. Nova* 25, 1145–1154.
- 1313 Alldredge, A.L., Silver, M.W., 1988. Characteristics, dynamics and significance of
1314 marine snow. *Prog. Oceanogr.* 20, 41–82. [https://doi.org/10.1016/0079-](https://doi.org/10.1016/0079-6611(88)90053-5)
1315 [6611\(88\)90053-5](https://doi.org/10.1016/0079-6611(88)90053-5)
- 1316 Antoniou. P, Hamilton, J., Koopman, B., Jain, R., Holloway, B., Lyberatos, G.,
1317 Svoronos, S.A., 1990. Effect of temperature and pH on the effective maximum
1318 specific growth rate of nitrifying bacteria. *Water Res.* 24, 97–101.
1319 [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(90\)90070-M](https://doi.org/10.1016/0043-1354(90)90070-M)
- 1320 AOAC, 2000. Official Methods of Analysis of AOAC, 16th ed. AOAC, Washington,
1321 DC.
- 1322 APHA, 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Part
1323 1000 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. p. 541.
- 1324 Attramadal, K.J.K., Tøndel, B., Salvesen, I., Øie, G., Vadstein, O., Olsen, Y., 2012.
1325 Ceramic clay reduces the load of organic matter and bacteria in marine fish larval
1326 culture tanks. *Aquac. Eng.* 49, 23–34.
1327 <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.02.003>
- 1328 Avnimelech, Y., 2012. *Biofloc Technology- A Pratical Guide Book*, 2nd ed. The world
1329 Aquaculture Society, Louisiana, United States.
- 1330 Avnimelech, Y., 1999. Carbon:nitrogen ratio as a control element in aquaculture
1331 systems. *Aquaculture* 176, 227–235.
- 1332 Becerril-Cortés, D., Del, M., Monroy-Dosta, C., Gustavo, M., Emerenciano, C., Sofia,
1333 B., Bermúdez, S., Correa, G.V., Castro-Mejía, G., Schettino Bermúdez, B.S., 2018.
1334 *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 2018; 6(2): 541-547 Effect
1335 on nutritional composition of produced bioflocs with different carbon sources
1336 (Molasses, coffee waste and rice bran) in Biofloc system. *Ijfas* 6, 541–547.
- 1337 Burford, M.A., Thompson, P.J., McIntosh, R.P., Bauman, R.H., Pearson, D.C., 2004.
1338 The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*)
1339 nutrition in a high-intensity , zero-exchange system 232, 525–537.
1340 [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00541-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00541-6)
- 1341 Burford, M.A., Thompson, P.J., McIntosh, R.P., Bauman, R.H., Pearson, D.C., 2003.
1342 Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in
1343 Belize. *Aquaculture* 219, 393–411. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00575-](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00575-6)
1344 [6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00575-6)
- 1345 Campos, B.R., Serra, F.P., Klosterhoff, M., Romano, L.A., 2015. Effects of nitrate
1346 toxicity in the Pacific white shrimp , *Litopenaeus vannamei* , reared with biofloc
1347 technology 315–327. <https://doi.org/10.1007/s10499-014-9817-z>
- 1348 Cuzon, G., Lawrence, A., Gaxiola, G., Rosas, C., Guillaume, J., 2004. Nutrition of
1349 *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. *Aquaculture* 235, 513–551.
1350 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.12.022>
- 1351 Da Silva, K.R., Wasielesky, W., Abreu, P.C., 2013. Nitrogen and Phosphorus Dynamics
1352 in the Biofloc Production of the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *J.*
1353 *World Aquac. Soc.* 44, 30–41. <https://doi.org/10.1111/jwas.12009>
- 1354 De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., Verstraete, W., 2008. The basics of
1355 bio-flocs technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture* 277, 125–137.
1356 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>
- 1357 Decamp, O., Conquest, L., Cody, J., Forster, I., Tacon, A.G.J., 2007. Effect of shrimp

- 1358 stocking density on size-fractionated phytoplankton and ecological groups of
 1359 ciliated protozoa within zero-water exchange shrimp culture systems. *J. World*
 1360 *Aquac. Soc.* 38, 395–405. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2007.00111.x>
- 1361 Ebeling, J.M., Timmons, M.B., Bisogni, J.J., 2006. Engineering analysis of the
 1362 stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of
 1363 ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture* 257, 346–358.
 1364 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.03.019>
- 1365 Ekasari, J., Angela, D., Hadi, S., Harris, E., Bossier, P., Schryver, P. De, 2014. The size
 1366 of bio flocc determines the nutritional composition and the nitrogen recovery by
 1367 aquaculture animals 427, 105–111.
 1368 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.01.023>
- 1369 Emerenciano, M., Ballester, E.L.C., Cavalli, R.O., Wasielesky, W., 2011. Effect of
 1370 biofloc technology (BFT) on the early postlarval stage of pink shrimp
 1371 *Farfantepenaeus paulensis*: Growth performance, floc composition and salinity
 1372 stress tolerance. *Aquac. Int.* 19, 891–901. <https://doi.org/10.1007/s10499-010-9408-6>
- 1373
- 1374 Engel, A., Szlosek, J., Abramson, L., Liu, Z., Lee, C., 2009. Investigating the effect of
 1375 ballasting by CaCO₃ in *Emiliana huxleyi*: I. Formation, settling velocities and
 1376 physical properties of aggregates. *Deep. Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* 56,
 1377 1396–1407. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2008.11.027>
- 1378 FAO, 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Cumplir los objetivos de
 1379 desarrollo sostenible. Roma.
- 1380 Furtado, P.S., Poersch, L.H., Jr, W.W., 2011. Effect of calcium hydroxide , carbonate
 1381 and sodium bicarbonate on water quality and zootechnical performance of shrimp
 1382 *Litopenaeus vannamei* reared in bio- floccs technology (BFT) systems.
 1383 *Aquaculture* 321, 130–135. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.08.034>
- 1384 Furtado, S., 2015. adopted during the nursery and grow-out culture 1325–1339.
 1385 <https://doi.org/10.1007/s10499-015-9887-6>
- 1386 Gao, W., Tian, L., Huang, T., Yao, M., Hu, W., D, Q.X.P., 2016. Effect of salinity on
 1387 the growth performance , osmolarity and metabolism-related gene expression in
 1388 white shrimp *Litopenaeus*. *Aquac. Reports* 4, 125–129.
 1389 <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2016.09.001>
- 1390 Gaona, C.A.P., Poersch, L.H., Krummenauer, D., Foes, G.K., 2011. The Effect of
 1391 Solids Removal on Water Quality , Growth and Survival of *Litopenaeus vannamei*
 1392 in a Biofloc Technology Culture System 12, 54–73.
- 1393 Gaona, C.A.P., Serra, F.P., Furtado, P.S., Poersch, L.H., Jr, W.W., 2016. Aquacultural
 1394 Engineering Effect of different total suspended solids concentrations on the growth
 1395 performance of *Litopenaeus vannamei* in a BFT system. *Aquac. Eng.* 72–73, 65–
 1396 69. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2016.03.004>
- 1397 Garza de Yta, A., Rouse, B., Allen, D., 2004. Influence of Nursery Period on the
 1398 Growth and Survival of *Litopenaeus vannamei* Under Pond Production Conditions
 1399 35.
- 1400 Graham, N., 2004. The influence of pH on the degradation of phenol and chlorophenols
 1401 by potassium ferrate 56, 949–956.
 1402 <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2004.04.060>
- 1403 Grossart, H., 2010. Minireview Ecological consequences of bacterioplankton lifestyles :
 1404 changes in concepts are needed 2, 706–714. <https://doi.org/10.1111/j.1758-2229.2010.00179.x>
- 1405

- 1406 Hagopian, D.S., Riley, J.G., 1998. A closer look at the bacteriology of nitrification.
1407 *Aquac. Eng.* 18, 223–244. [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(98\)00032-6](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(98)00032-6)
- 1408 Han, S., Wang, B., Liu, M., Wang, M., Jiang, K., 2018. Ecotoxicology and
1409 Environmental Safety Adaptation of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* to
1410 gradual changes to a low-pH environment. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 149, 203–
1411 210. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.11.052>
- 1412 Hargreaves, J.A., 2013. Biofloc Production Systems for Aquaculture 1–12.
- 1413 Hobbie, J.E., Daley, R.J., Jasper, S., 1977. Use of nuclepore filters for counting bacteria
1414 by fluorescence microscopy. *Appl. Environ. Microbiol.* 33, 1225–8.
- 1415 Isnansetyo, A., Getsu, S., Seguchi, M., Koriyama, M., 2014. Independent Effects of
1416 Temperature, Salinity, Ammonium Concentration and pH on Nitrification Rate of
1417 the Ariake Seawater Above Mud Sediment. *J. Biosci.* 21, 21–30.
1418 <https://doi.org/10.4308/hjb.21.1.21>
- 1419 Jayanthi, M., Thirumurthy, S., Muralidhar, M., Ravichandran, P., 2018. Impact of
1420 shrimp aquaculture development on important ecosystems in India. *Glob. Environ.*
1421 *Chang.* 52, 10–21. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.05.005>
- 1422 Jiang, D., Huang, Q., Cai, P., Rong, X., Chen, W., 2007. Adsorption of *Pseudomonas*
1423 *putida* on clay minerals and iron oxide 54, 217–221.
1424 <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2006.10.030>
- 1425 Kim, D.J., Kim, S.H., 2006. Effect of nitrite concentration on the distribution and
1426 competition of nitrite-oxidizing bacteria in nitrification reactor systems and their
1427 kinetic characteristics. *Water Res.* 40, 887–894.
1428 <https://doi.org/10.1016/j.watres.2005.12.023>
- 1429 Koops, H., 2002. Distribution and ecophysiology of the nitrifying bacteria emphasizing
1430 cultured species. *FEMS Microbiol. Ecol.* 37, 1–9. [https://doi.org/10.1016/s0168-6496\(01\)00137-4](https://doi.org/10.1016/s0168-6496(01)00137-4)
- 1432 Krummenauer, D., Peixoto, S., Cavalli, R.O., Poersch, L.H., Wasielesky, W., 2011.
1433 Superintensive Culture of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a Biofloc
1434 Technology System in Southern Brazil at Different Stocking Densities. *J. World*
1435 *Aquac. Soc.* 42, 726–733. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2011.00507.x>
- 1436 Krummenauer, D., Samocha, T., Poersch, L., Lara, G., Wasielesky, W., 2014. The reuse
1437 of water on the culture of pacific white shrimp, *litopenaeus vannamei*, in BFT
1438 system. *J. World Aquac. Soc.* 45, 3–14. <https://doi.org/10.1111/jwas.12093>
- 1439 Kuhn, David D., Lawrence, A.L., Boardman, G.D., Patnaik, S., Marsh, L., Flick, G.J.,
1440 2010. Evaluation of two types of bio floes derived from biological treatment of fi
1441 sh ef fl uent as feed ingredients for Paci fi c white shrimp , *Litopenaeus vannamei*
1442 303, 28–33. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.03.001>
- 1443 Kuhn, David D., Smith, S.A., Boardman, G.D., Angier, M.W., Marsh, L., Flick, G.J.,
1444 2010. Chronic toxicity of nitrate to Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*:
1445 Impacts on survival, growth, antennae length, and pathology. *Aquaculture* 309,
1446 109–114. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.09.014>
- 1447 Kumar, S., Anand, P.S.S., De, D., Deo, A.D., Ghoshal, T.K., Sundaray, J.K., Ponniah,
1448 A.G., Jithendran, K.P., Raja, R.A., Biswas, G., Lalitha, N., 2017. Effects of biofloc
1449 under different carbon sources and protein levels on water quality, growth
1450 performance and immune responses in black tiger shrimp *Penaeus monodon*
1451 (Fabricius, 1978). *Aquac. Res.* 48, 1168–1182. <https://doi.org/10.1111/are.12958>
- 1452 Lara, G., Krummenauer, D., Abreu, P.C., Poersch, L.H., Wasielesky, W., 2017. The use
1453 of different aerators on *Litopenaeus vannamei* biofloc culture system: effects on

- 1454 water quality, shrimp growth and biofloc composition. *Aquac. Int.* 25, 147–162.
 1455 <https://doi.org/10.1007/s10499-016-0019-8>
- 1456 Lemonnier, H., Bernard, E., Boglio, E., Goarant, C., Cochard, J., 2004. Influence of
 1457 sediment characteristics on shrimp physiology : pH as principal effect 240, 297–
 1458 312. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.07.001>
- 1459 Li, Z., Hong, H., Liao, L., Ackley, C.J., Schulz, L.A., Macdonald, R.A., Mihelich, A.L.,
 1460 Emard, S.M., 2011. A mechanistic study of ciprofloxacin removal by kaolinite.
 1461 *Colloids Surfaces B Biointerfaces* 88, 339–344.
 1462 <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2011.07.011>
- 1463 Liao, I.C., Chien, Y., 2011. The Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in Asia:
 1464 The World's Most Widely Cultured Alien Crustacean, in: Galil B., Clark P., C.J.
 1465 (Ed.), *In the Wrong Place - Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and*
 1466 *Impacts, Invading Nature* -. pp. 489–519. <https://doi.org/10.5860/choice.49-3259>
- 1467 Lin, Y.-C., Chen, J.-C., 2001. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus* *vannamei*
 1468 Boone juveniles at different salinity levels. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 259, 109–
 1469 119.
- 1470 Lin, Y., Chen, J., 2003. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone)
 1471 juveniles at different salinity levels 224, 193–201. [https://doi.org/10.1016/S0044-](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00220-5)
 1472 [8486\(03\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00220-5)
- 1473 Lind, O.T., Chrzanowski, T.H., Davalos-Lind, L., 1997. Clay turbidity and the relative
 1474 production of bacterioplankton and phytoplankton. *Hydrobiologia* 353, 1–18.
 1475 <https://doi.org/10.1023/A:1003039932699>
- 1476 Mehmet Fatih Can, A.D., 2012. Fisheries Management in Turkey. *Int. J. Aquac.* 222,
 1477 48–58. <https://doi.org/10.5376/ija.2012>
- 1478 Mello, I.S., Carvalho, M.A.D.E., Nascimento, J., Cogo, J.M., Aparecido, R., Da, R.,
 1479 Guerra, D.L., 2011. Revisão sobre argilominerais e suas modificações estruturais
 1480 com ênfase em aplicações tecnológicas e adsorção - Uma pesquisa inovador nas
 1481 Universidades 141–152.
- 1482 Munz, G., Lubello, C., Oleszkiewicz, J.A., 2011. Factors affecting the growth rates of
 1483 ammonium and nitrite oxidizing bacteria. *Chemosphere* 83, 720–725.
 1484 <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.01.058>
- 1485 Niu, C., Lee, D., Goshima, S., Nakao, S., 2003. Effects of temperature on food
 1486 consumption , growth and oxygen consumption of freshwater prawn
 1487 *Macrobrachium rosenbergii* (de Man 1879) postlarvae 501–506.
- 1488 Páez-Osuna, F., 2001. The environmental impact of shrimp aquaculture: A global
 1489 perspective. *Environ. Pollut.* 112, 229–231. [https://doi.org/10.1016/S0269-](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(00)00111-1)
 1490 [7491\(00\)00111-1](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(00)00111-1)
- 1491 Ponce-palafox, J.T., Alcalá, Á., Mendoza, D.G., Arredondo-figueroa, J.L., Lango-
 1492 reynoso, F., Castañeda-chávez, R., Esparza-leal, H., Ruiz-luna, A., Páez-ozuna, F.,
 1493 Castillo-vargasmachuca, S.G., Peraza-gómez, V., Nayarit, U.A. De, Bioingeniería,
 1494 L. De, Escuela, C., Ingeniería, N. De, Nayarit, C.P., 2019. Response surface
 1495 analysis of temperature-salinity interaction effects on water quality , growth and
 1496 survival of shrimp *Penaeus vannamei* postlarvae raised in biofloc intensive nursery
 1497 production. *Aquaculture* 503, 312–321.
 1498 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.01.020>
- 1499 Prosser, J.I., 2007. Chapter 15 - The Ecology of Nitrifying Bacteria A2 - Bothe,
 1500 Hermann, in: *Biology of the Nitrogen Cycle*. Elsevier B.V., pp. 223–243.
 1501 <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-044452857-5.50016-3>

- 1502 Ram, J., Fregoso-I, M.G., Federico, P., 2017. Acute toxicity of nitrite on white shrimp
 1503 *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles in low-salinity water 2337–2343.
 1504 <https://doi.org/10.1111/are.13069>
- 1505 Ray, A.J., Lotz, M., 2017. bio fl oc shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production
 1506 systems 476, 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.03.047>
- 1507 Regnault, M., 1987. Nitrogen Excretion in marine and fresh-water crustacea. *Biol. Rev.*
 1508 62, 1–24.
- 1509 Reis, W.G., Wasielesky, W., Abreu, P.C., Brandão, H., 2019. Rearing of the Paci fi c
 1510 white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone , 1931) in BFT system with di ff
 1511 erent photoperiods : E ff ects on the microbial community , water quality and
 1512 zootechnical performance 508, 19–29.
 1513 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.04.067>
- 1514 Samocha, T.M., Patnaik, S., Speed, M., Ali, A., Burger, J.M., Almeida, R. V, Ayub, Z.,
 1515 Harisanto, M., Horowitz, A., Brock, D.L., 2007. Use of molasses as carbon source
 1516 in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei* 36,
 1517 184–191. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2006.10.004>
- 1518 Samocha, T.M., Prangnell, D.I., Hanson, T.R., Treece, G.D., Morris, T.C., Castro, L.F.,
 1519 Staresinic, N., 2017. Design and Operation of Super-Intensive Biofloc-Dominated
 1520 Systems for the Production of Pacific White, World Aquaculture Society.
- 1521 Samocha, T.M., Wilkenfeld, J, S., Morris, T.C., Correia, E.S., Hanson, T., 2010.
 1522 Intensive Raceways Without Water Exchange Analyzed For White Shrimp
 1523 Culture. *Glob. Aquac. advocate* 13, 22–24.
- 1524 Schweitzer, R., Arantes, R., Fóes, P., Costódio, S., Espírito, C.M., Vinatea, L., Quadros,
 1525 W., Roberto, E., 2013. Aquacultural Engineering Effect of different biofloc levels
 1526 on microbial activity , water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* in a
 1527 tank system operated with no water exchange. *Aquac. Eng.* 56, 59–70.
 1528 <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2013.04.006>
- 1529 Sharma, Y.C., 2003. Cr (VI) removal from industrial effluents by adsorption on an
 1530 indigenous low-cost material. *Colloids and surfaces* 215, 155–162.
- 1531 Silva, F.R.A., Amaral, S.P., 2006. Utilização de argilominerais na remoção de Pb (II)
 1532 em tratamento de efluentes 1–8.
- 1533 Stotzky, G., 1966. Influence of clay minerals on microorganisms II. Effect of various
 1534 clay species, homoionic clays, and other particles on bacteria. *Can. J. Microbiol.*
 1535 12, 831–848.
- 1536 Strickland, J.D.H., Parsons, T.R., 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. A
 1537 *Pract. Handb. seawater Anal.* 167, 185. <https://doi.org/10.1002/iroh.19700550118>
- 1538 Timmons, MB; Ebeling, JM; Trigo, FW; Summerfelt, ST; Vinci, B., 2002. Recirculação
 1539 de sistemas de aquacultura.pdf, 2nd ed. Cayuga Aqua Ventures, New York.
- 1540 Tsai, S., Chen, J., 2002. Acute toxicity of nitrate on *Penaeus monodon* juveniles at
 1541 different salinity levels 213, 163–170.
- 1542 Unesco, 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring.
- 1543 Utermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik.
 1544 *Int. Vereinigung für Theor. und Angew. Limnol. Kom. für Limnol. Methoden* 9, 1–
 1545 39.
- 1546 Van Wyk, P., Scarpa, J., 1999. Farming Marine Shrimp in Recirculating Fresh Water
 1547 Systems. Florida.
- 1548 Wang, C., Li, Z., Jiang, W., 2011. Applied Clay Science Adsorption of cipro fl oxacin
 1549 on 2 : 1 dioctahedral clay minerals 53, 723–728.

1550 <https://doi.org/10.1016/j.clay.2011.06.014>
1551 Wang, C., Pan, L., Zhang, K., Xu, W., Zhao, D., Mei, L., 2016. Effects of different
1552 carbon sources addition on nutrition composition and extracellular enzymes
1553 activity of bioflocs , and digestive enzymes activity and growth performance of
1554 *Litopenaeus vannamei* in zero-exchange culture tanks 3307–3318.
1555 <https://doi.org/10.1111/are.12784>
1556 Wasielesky, W., Atwood, H., Stokes, A., Browdy, C.L., 2006. Effect of natural
1557 production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive
1558 culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 258, 396–
1559 403. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.04.030>
1560 Wei, Y., Liao, S., Wang, A., 2016. The effect of different carbon sources on the
1561 nutritional composition , microbial community and structure of bio fl ocs.
1562 *Aquaculture* 465, 88–93. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.08.040>
1563 Wyban, J., Walsh, W.A., Godin, D.M., 1995. Temperature effects on growth , feeding
1564 rate and feed conversion of the Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) 38,
1565 267–279.
1566 Xu, W., Morris, T.C., Samocha, T.M., 2016. Effects of C / N ratio on bio fl oc
1567 development , water quality , and performance of *Litopenaeus vannamei* juveniles
1568 in a bio fl oc-based , high-density , zero-exchange , outdoor tank system.
1569 *Aquaculture* 453, 169–175. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.11.021>
1570 Xu, W.J., Pan, L.Q., 2012. Effects of bioflocs on growth performance, digestive enzyme
1571 activity and body composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* in zero-water
1572 exchange tanks manipulating C/N ratio in feed. *Aquaculture* 356–357, 147–152.
1573 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.05.022>
1574 ZAR, J., 2010. *Biostatistical Analysis*. Upper Saddle River: Prentice.
1575 Zhao, P., Huang, J., Wang, X.H., Song, X.L., Yang, C.H., Zhang, X.G., Wang, G.C.,
1576 2012. The application of bioflocs technology in high-intensive, zero exchange
1577 farming systems of *Marsupenaeus japonicus*. *Aquaculture* 354–355, 97–106.
1578 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.03.034>
1579